

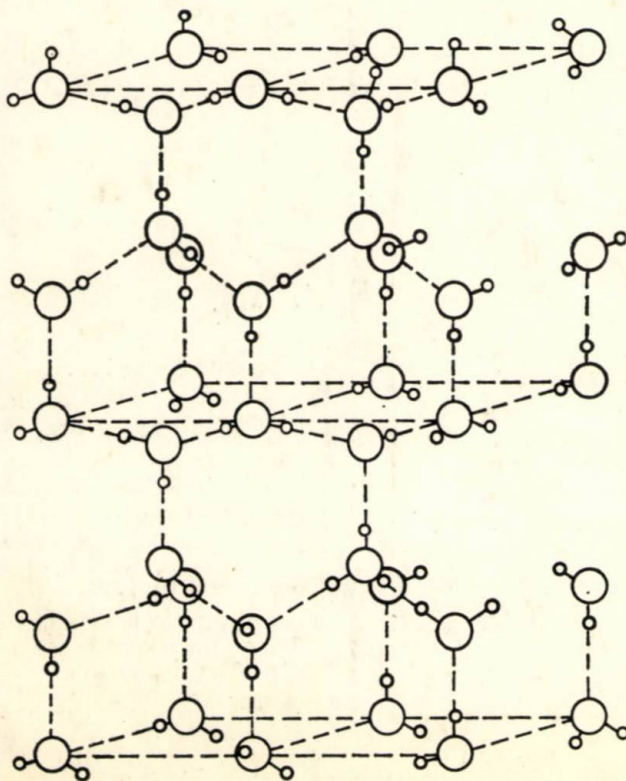
A KÉMIA TANÍTÁSA

1977

I

XVI. ÉVF.

Az Oktatási Minisztérium módszertani folyóirata



A KÉMIA TANÍTÁSA

AZ OKTATÁSI
MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA

SZERKESZTŐ:

DR. BALÁZS LÓRÁNT

Szerkeszti:

A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

Szerkesztőség:

1406 Budapest VII., Gorkij fasor 17. Országos Pedagógiai Intézet Kémiai Tan-
széke. Telefon: 228-238, 228-203, 229-275,
228-609, 228-823. — Kiadja a Tankönyv-
kiadó, 1363 Budapest V., Szalay utca
ponti Hírlap Irodánál (KHI, Budapest
V., József nádor tér 1., telefon: 180-850,
postacím: 1900 Budapest) közvetlenül
vagy postautalványon, valamint át-
utalással a KHI 215—96 162 pénzforgal-
mi jelzőszámra. Előfizetési díj egy
évre: 14,— Ft.

7439 — Révai Nyomda, Budapest
F.v.: Bede István

ISSN 0451—6419

Megjelenik évente négyszer

Kérjük a Kartársakat, hogy
közlésre szánt cikkeiket gé-
pelve, két példányban küld-
jék meg a szerkesztőség
fenti címére. — A papír-
lapnak csak egyik oldalára,
kettes sortávolsággal ír-
janak. Egy-egy oldalra 30
sort gépeljenek. A sor hosz-
sza 66 betűhely. A cikkek
terjedelme legfeljebb 4—5
gépet oldal lehet. A rajzo-
kat, táblázatokat külön la-
pon, megfelelő ábraszöveg-
gel (aláírással) ellátva küld-
jék be.

Szerkesztőség

A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

Hinora Sándorné, Kovács László, dr. Körner Miklós-
né, Michalovszky Csabáné, dr. Pataki László, dr.
Rácz Fodor Benő, dr. Rozgonyi Jánosné, Sárdi
Béla, dr. Szűcs László

TARTALOM

Dr. Davida Leoné	1
Kőrös Endre: A hidrogénkötés	2
Dr. Simon László: A kémiaoktatás kor- szerűsítésére irányuló módszertani ku- tatások a Csehszlovák Szocialista Köz- társaságban	10
Deák—Gömöry—Pápai: Az általános isko- lai kémia tantervi kísérlet mérési ered- ményeiről I.	22
Varga Attila: A 8. osztályos kémia munka- füzet tanulókísérleteinek feldolgozása félmikrotechnikával	28
Kémiai fejtörő	31

Dr. Davida Leóné
(1896—1976)

Fájdalommal búcsúzunk dr. Davida Leóné Kossuth-díjas, aranydiplomás nyugalmazott főiskolai tanártól, aki 1976. december 15-én hosszas szenvedés után elhunyt.

Mint gyakorló gimnáziumi vezető tanár, majd mint a Központi Pedagógus Továbbképző Intézet tanszékvezetője, a kémia tanárok nemzedékeit nevelte igényes pedagógiai munkára, a tantárgy szeretetére és megszerettetésére. A magas színvonalú, esztétikus tanári kísérletező munkát, a tanulók munkáltatását, gondolkodásra nevelését, természettudományos szemléletük következetes formálását tanulhattuk meg Tőle iskolájában; ezért küzdött írásaiban, továbbképzési előadásain; a tantervi vitákon és tankönyvbírázataiban. 1960-tól 15 évig töltötte be — fokozatosan súlyosbodó betegsége ellenére is — töretlen lelkesedéssel és aktivitással az Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny Kémiai Tantárgyi Bizottságának elnöki tisztét.

Munkásságát államunk több kitüntetéssel méltányolta. 1951-ben az első pedagógusok között nyerte el a Kossuth-díjat. Tulajdonosa volt a Szocialista Munkáért Érdemérem kitüntetésnek és két ízben részesült az Oktatásügy Kiváló Dolgozója megtisztelő címében.

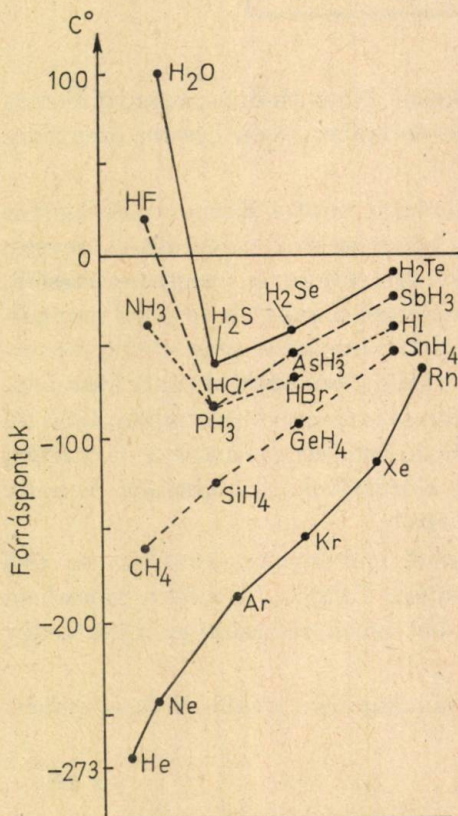
Életműve, példamutatása tanítványai munkájában tovább él. Igaz emberiségét, tiszta emlékét megőrizzük.

Sz. Gy.

A hidrogénkötés*

A kémiai kötés alapjainak elsajátítása már a kémia tanulásának korai szakaszában igen fontos. Ezen ismeretek alapján magyarázható meg, hogy milyen módon jönnek létre az atomokból molekulák, illetve az ionokból ionrácsos kristályok, és milyen törvényszerűségek irányítják egy magasabb rendeződés (atom—molekula) kialakulását. A kovalens kötés és az ionkötés ismerete azonban csak az első lépés az anyag tulajdonságainak megismerésében. Amikor ugyanis a különböző anyagokkal találkozunk, szinte sohasem egy molekulát vagy egy pozitív és egy negatív ionból álló ionpárt vizsgálunk, hanem a molekulák és az ionok sokaságát. Nagyszámú ion rácsos kristályokba rendeződik, és ezekben az ionokat az elektrosztatikus erő és a rácsenergia tartja össze. A molekulák közötti kölcsönhatásokért az ún. másodlagos kémiai kötőerők felelősek. Az anyagi halmazok tulajdonságainak megértéséhez

ezekkel a kötőerőkkel is meg kell ismerkedni. „A másodlagos kémiai kötőerők” fogalomkörbe igen sok kölcsönhatástípus (pl. ion-dipólus, dipólus-dipólus) tartozik. Ezen a helyen nincs lehetőség arra, hogy mindegyiket ismertessük. Kiemelünk azonban egyet, amely különös fontossággal bír, az ún. hidrogénkötést és az alábbiakban az ezzel kapcsolatos alapvető kérdéseket ismertetjük.



1. ábra

Bevezetés

Már régóta ismeretes, hogy egyes hidrogéntartalmú vegyületek, mint pl. a víz, az ammónia és egyes szerves karbonsavak sok szempontból anomális viselkedést mutatnak. A vártnál lényegesen magasabb az olvadáspontjuk, a forráspontjuk, a párolgáshőjük, továbbá a molekulasúly-meghatározások is a számítotttnál magasabb értéket adnak. Mindezek az egyszerű fizikai vizsgálatok arra utalnak, hogy az említett vegyületek cseppfolyós és szilárd állapotban, sőt bizonyos mértékig még gázfázisban is asszociált állapotban vannak.

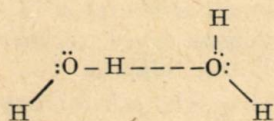
Az 1. ábrán a nemesgázok, valamint a halogén-, az oxigén-, a nitrogén- és a szénsoport hidrogénvegyületeinek forráspontját tüntettük fel. Látható,

* A VII. Országos Kémiai Tanári Konferencián, 1976. jún. 29-én, Kecskeméten elhangzott előadás alapján készült dolgozat.

hogy a nemesgázok és a szénsoport hidrogénvegyületei esetében a forráspont az atomsúly, ill. a molekulasúly növekedésével nő, a másik három csoport esetében azonban az első tagok (HF, H₂O, ill. NH₃) anomálishan magas forrásponttal rendelkeznek. Ezen három vegyület esetében a molekulák közötti kölcsönhatás igen jelentős. Ennek a kölcsönhatásnak a természetével és következményeivel foglalkozunk a továbbiakban.

Már a jelen század elején felmerült a kérdés, hogy milyen módon jön létre és milyen mértékű ez az asszociáció, majd a későbbiek során az is, hogy milyen a létrejött asszociátumok szerkezeti felépítése.

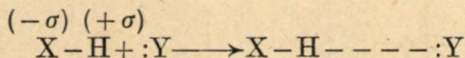
A víz tulajdonságainak és szerkezetének vizsgálata vezetett el ahhoz a felismeréshez, hogy az egyik vízmolekulában kovalens kötéssel kötött hidrogénatom képes egy másik vízmolekula oxigénatomjához kapcsolódni, és így a két molekulát összekapcsolni:



Az így létrejövő kötést hidrogénkötésnek nevezzük. Az elnevezés *Latimertől* és *Rodebushtól* származik (1920).

A hidrogénkötés létrejötte és néhány jellemvonása

A hidrogénkötés kialakulására elsősorban akkor nyílik lehetőség, ha egy molekulában a hidrogén erősen elektronegatív atomhoz kapcsolódik. Ebben az esetben ugyanis a molekula erősen poláros, és a hidrogénen jelentős pozitív töltés koncentrálódik. Egy ilyen molekula a hidrogénatomon keresztül elektronegatív, egy vagy több nemkötő elektronpárral rendelkező atomhoz tud kapcsolódni. Ennek alapján megkülönböztetünk protondonorokat, XH, és protonakceptorokat, Y, és a hidrogénkötés kialakulására az alábbi általános képletet írhatjuk fel:



A hidrogénkötés akkor a legerősebb, ha mind az X, mind az Y a második periódus elemei közül kerül ki. A legjobb protondonorok a N-H, O-H és F-H és a leggyakrabban a O-H...O és a N-H...O hidrogénkötésekkel találkozunk. A P-H, S-H és Cl-H csoportok is viselkedhetnek protondonorként, sőt még a C-H csoport is, feltéve, ha a C-H kötés elég poláros, mint pl. a CHCl₃- és a HCN-molekulákban. Akceptor atom lehet a N, O, F, Cl, Br, I, S vagy P, a C azonban sohasem lehet akceptor, kivéve egyes π -kötésű rendszerek esetében.

A vegyületek fizikai tulajdonsága révén ugyan tudomást szerezhethetünk a molekuláris asszociációról és a fentebb említett csoportokat tartalmazó vegyületek esetében valószínűsíthetjük, hogy az asszociáció hidrogénkötés útján jön létre, közvetlen bizonyítékot azonban csak egyes fizikai-kémiai módszerek szolgáltatnak. Szilárd anyagok esetében a röntgen és a neutrondiffrakciós szilárd anyagok, folyadékok és oldatok esetében pedig elsősorban az infravörös és a magmágneses spektroszkópiai vizsgálatok.

A hidrogénkötésű asszociátumok geometriai felépítéséről az első két vizsgálati módszer segítségével kaphatunk tájékoztatást. Különösen a neutron-diffrakciós módszer nagyon alkalmas az atomok elrendeződésének vizsgálatára, mivel ezzel a módszerrel a hidrogénatomok pontos helye is meghatározható, míg a röntgendiffrakciós módszer nem „érzékel” a hidrogénatomot. A termikus energiájú (kb. 0,1 eV, 9,6 kJ/mól) neutronok szóródása közelítőleg azonos minden mag esetében (független a rendszámától), ugyanakkor a röntgensugarak szóródása az elektronsűrűségtől függ, és hidrogén esetében a legkisebb.

A legtöbb hidrogénkötés aszimmetrikus, ami azt jelenti, hogy az X—H távolság rövidebb (sok esetben lényegesen rövidebb) mint a H— — — — Y távolság. Ezek az ún. gyenge hidrogénkötések; a H— — — — Y kötési energia 4—40 kJ/mól értékű.

Némely esetben azonban szimmetrikus hidrogénkötéssel találkozunk, ahol a hidrogénatom egyenlő távolságra van X-től és Y-től. Ilyen esetben ún. erős hidrogénkötés jön létre, amelynek értéke pl. a $[F-H-F]^-$ ion esetében 113 kJ/mól. Ebbe a csoportba tartoznak egyes szerves savak anionjai is, amelyekben szimmetrikus O—H—O kötést találunk.

Nagyon jellemző adat a hidrogénkötésű rendszerekben az X—Y távolság, mivel ez minden esetben kisebb, mint az X és Y atomok közötti van der Waals távolság.

A fentebb elmondottak az 1. táblázatban foglalt adatokkal tesszük szemléletessé.

1. táblázat

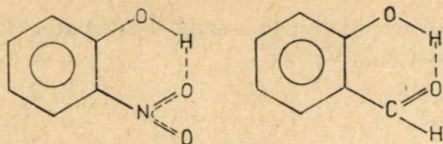
Kötés	Vegyület	X—Y van der Waals távolság nm	X—Y kötéstávolság nm	Kötési energia kJ/mól
F—H—F (szimmetrikus)	KHF ₂	0,270	0,226	113
F—H— — — F (aszimmetrikus)	(HF) _n	0,270	0,255	28,0
O—H— — — O (aszimmetrikus)	jég (HCOOH) ₂	0,280 0,280	0,276 0,267	18,8 29,7
N—H— — — F	NH ₄ F	0,285	0,263	

Az X—H— — — Y elrendeződés az esetek nagy részében lineáris, vagyis az X—H—Y szög 180°. Bizonyos esetekben azonban — és ez főleg az intramolekuláris hidrogénkötéssel (lásd alább) rendelkező vegyületeknél található — a lineáristól számottevő az eltérés, és a X—H—Y szög 150° körüli érték is lehet.

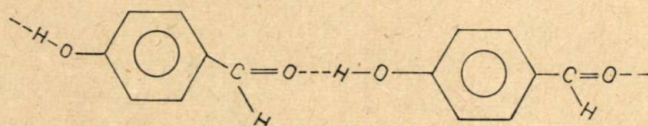
Intramolekuláris és intermolekuláris hidrogénkötés

A hidrogénkötés nemcsak molekulák vagy molekulák és ionok között, hanem egy molekulán belül is kialakulhat. Ezen az alapon megkülönböztetünk intermolekuláris és intramolekuláris hidrogénkötést.

Az intramolekuláris hidrogénkötés kialakulására számos szerves vegyület esetében van lehetőség. Így pl. az o-nitrofenolban és az o-hidroxi-benzaldehidben intramolekuláris hidrogénkötést találunk,



a meta- és a para-származékok pedig intermolekuláris hidrogénkötést hoznak létre.

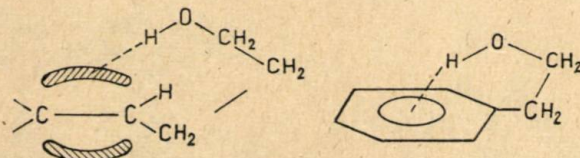


Az intramolekuláris és az intermolekuláris hidrogénkötésű vegyületek számos fizikai és fizikai-kémiai tulajdonságban mutatnak eltérést. Álljon itt példaképpen néhány adat a hidroxibenzaldehid izomérekre vonatkozóan (2. táblázat).

2. táblázat

	Op. °C	Fp. °C	Oldékonyság vízben	Oldékonyság éterben
o-Hidroxi-benzaldehid	—7	196,5	rosszul old.	igen jól oldódik
m-Hidroxi-benzaldehid	106—108	240	old.	old.
p-Hidroxi-benzaldehid	116—117	—	old.	old.

A 2. táblázatban feltüntetett adatok jól értelmezhetők annak alapján, hogy az orto-izomér különálló molekulákból áll, míg a meta- és a para-izomér, polimerizált állapotban van jelen. Ez utóbbi két izomér az olvadás, forrás, valamint oldódás során részben depolimerizálódik. Az orto-izomér rosszabb vízdoldhatósága onnan adódik, hogy az intramolekuláris H-kötés még vizes oldatban is megmarad, míg a meta- és a para-izomér vízzel hidrogénkötést létesít. Az intramolekuláris hidrogénkötés nagyon poláris X—H csoport, mint pl. az O—H, és polarizálható kettős kötés vagy aromás rendszer között is kialakulhat.

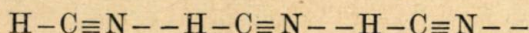


Ugyancsak intramolekuláris hidrogénkötés található a fehérjemolekulákban, amelyekről később még részletesebben lesz szó.

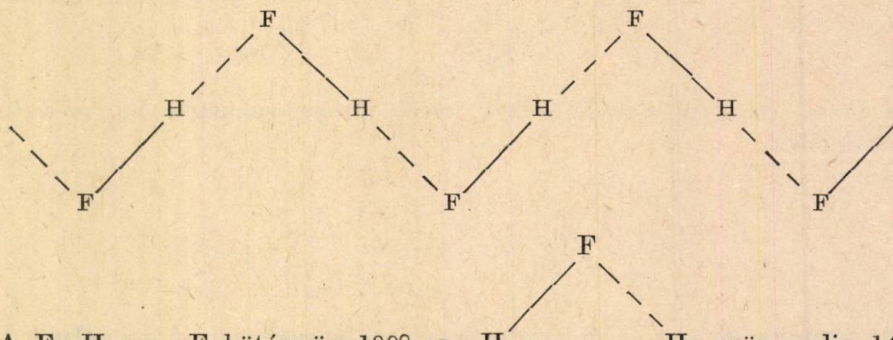
A hidrogénkötésű rendszerek geometriai felépítése

Ha molekulárcsós kristályban hidrogénkötés kialakulására van lehetőség, olyan szerkezet jön létre, amelyben maximális számú hidrogénkötés található. Ennek következtében lánc, síkhálós és térhálós szerkezet alakulhat ki. Bizonyos esetekben a kristályt hidrogénkötéssel összekapcsolt dimér és trimér egységek építik fel.

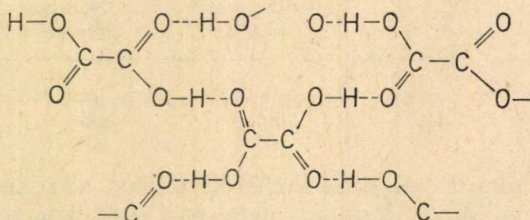
Lineáris polimer szerkezet alakul ki a hidrogén-cianid esetében:



Zeg-zugos szerkezettel rendelkezik a szilárd hidrogén-fluorid (HF), a metanol (CH_3OH) és a hangyasav (HCOOH).

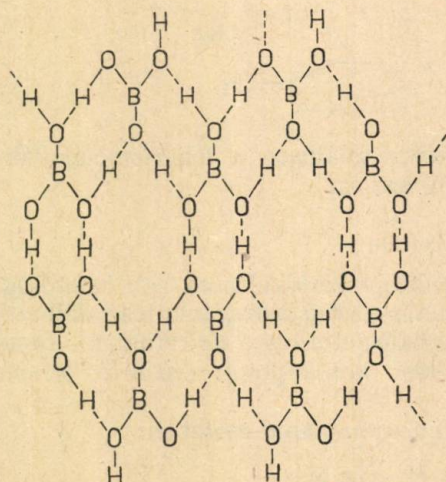


A $\text{F}-\text{H}-\cdots-\text{F}$ kötősszög 180° , a $\text{H}-\text{F}-\text{H}$ szög pedig 140° . A hidrogén-fluoridban a hidrogénkötés még gázfázisban is megmarad, csupán kisebb tagszámú polimerek képződnek, vagyis magasabb hőmérsékleten részleges depolimerizáció következik be.



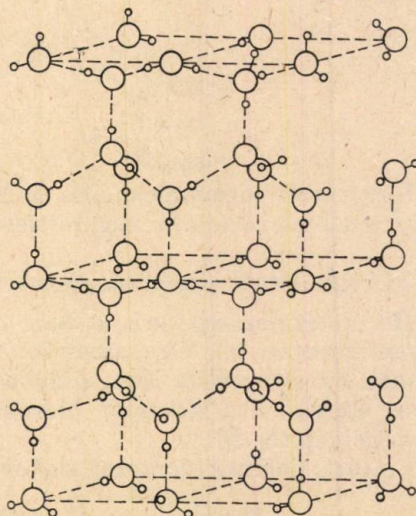
Az oxálsav lánc és síkhálós szerkezetet egyaránt képezhet. Valójában mindkét szerkezet ismert. Az α -oxálsav szerkezeti felépítését az alábbiakban mutatjuk be:

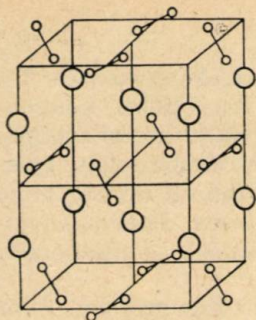
Síkhálós és háromdimenziós szerkezetek olyan molekulákból épülnek fel, amelyek több hidrogénkötés képzésére alkalmas hidrogént és számos nemkötő elektront tartalmaznak. A síkhálós szerkezetre egy másik példa a bórsav.



A háromdimenziós felépítésre pedig példaképpen a jég szerkezetét mutatjuk be.

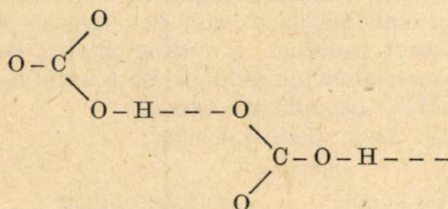
Ugyancsak háromdimenziós a tellursav (H_6TeO_6) szerkezete is.





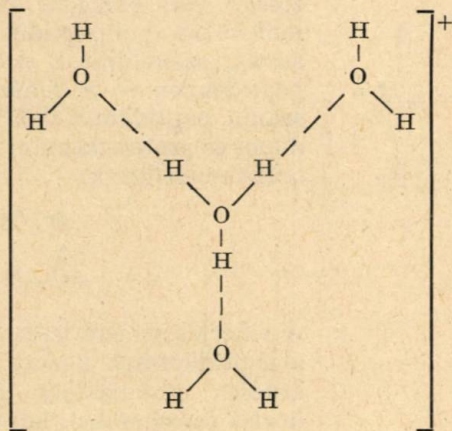
Ionos vegyületek esetében is fontos szerepe lehet a hidrogénkötésnek a szerkezet kialakításában. Különálló hidrogénkötésű ionok vannak jelen, pl. a KHF_2 -ban. Szerkezetét az alábbi ábrán mutatjuk be:

A nátrium-hidrogén-karbonát (NaHCO_3) polianionos láncokat képez:



A kálium-dihidrogén-foszfát (KH_2PO_4) pedig háromdimenziós szerkezetű.

Külön érdemes foglalkozni a hidratált protonnal és a protonhidrátok szerkezetével. Ismeretes, hogy szabad proton sem folyadék, sem szilárd fázisban nem létezhet. Szerkezetvizsgálatok H_3O^+ -ion jelenlétét mutatták ki számos szilárd anyagban. Így pl. a perklórsav, a kénsav és a sósav szilárd monohidrátjai $\text{H}_3\text{O}^+\text{ClO}_4^-$, $\text{H}_3\text{O}^+\text{HSO}_4^-$, illetve $\text{H}_3\text{O}^+\text{C}^-$ -ionokból épülnek fel. Újabb vizsgálatok azt mutatják, hogy a proton egyes esetekben több vízmolekulával hidratálódik, és ennek következtében H_5O_2^+ -, H_7O_3^+ - és H_9O_4^+ -ionok is létrejöhetnek. A H_9O_4^+ -ion szerkezete a következő:



A fentüntetett hidrogénhidas szerkezet felelős a vizes oldatokban végbemenő igen gyors protonátviteli reakciókért.

A hidrogénkötés jellege

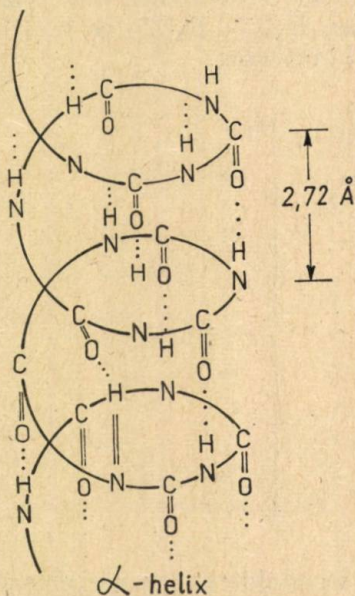
A hidrogénkötés jellege ma még nem teljesen tisztázott. Az egyszerű elektrosztatikus modell, amely csak dipólus-dipólus vagy ion-dipólus kölcsönhatást vesz figyelembe, elég jól meg tudja magyarázni a relatív kötési energiákat és a geometriai elrendeződést. Ennek ellenére — a kötéshosszakat, valamint a szimmetrikus hidrogénkötéseket ismerve — valószínűnek látszik, hogy a hidrogénkötés energiája négy energiafajtából tevődik össze. Ezek a következők: elektrosztatikus, taszítási, rezonancia (delokalizációs) és diszperziós (van der Waals).

Érdekes következménye van annak, hogy a hidrogénkötés erősebb, mint a diszperziós erők, de gyengébb, mint az ionos kötés. Kovalens kötésű vegyületek esetében, amelyeknél a molekulákat csak a kis energiájú diszperziós erők tartják össze, ha hidrogénkötés létesítésére van lehetőség, ez a kölcsönhatás erejét növelve, a szerkezetre stabilizálólag hat. (Magasabb olvadási- és forráspont stb.) Példaképpen említhetjük a vizet és a szerves savakat. Ezzel ellentétben ionrácsos szerkezet esetében a hidrogénkötés hatására a szerkezet meggyengülhet. Ezt tapasztalhatjuk például, ha a kálium-fluoridot, a kálium-hidrogén-fluoriddal (KHF_2) hasonlítjuk össze.

Az elmondottakat a 2. ábrán világítjuk meg:

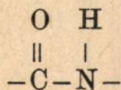


2. ábra



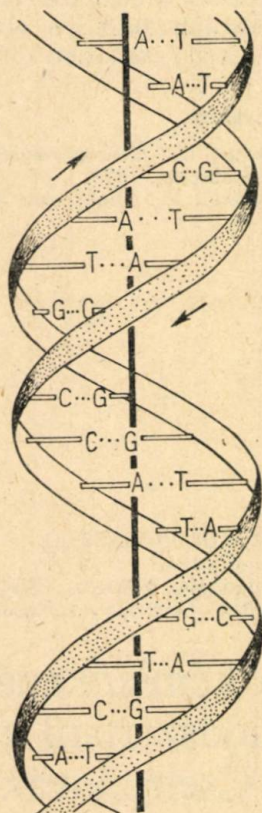
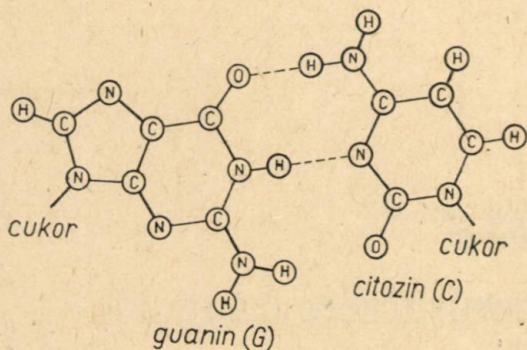
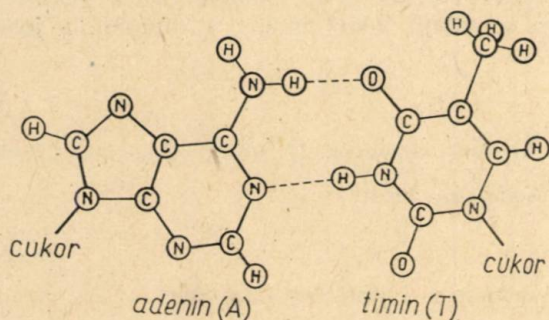
Hidrogénkötés biológiai molekulákban

A hidrogénkötésnek rendkívül nagy jelentősége van biológiai rendszereket felépítő molekulák (polipeptidek, fehérjék, nukleinsavak, szénhidrátok stb.) esetében. A polipeptidekben és a fehérjékben igen nagy számú peptidkötés található, amely protondonor és protonakceptor tulajdonsággal egyaránt rendelkezik:



A fehérjék ismert hélix (spirál) szerkezetét a peptidkötések között létrejövő hidrogénkötések stabilizálják. Különböző energia-
közlés (mechanikai, hő) hatására a szerkezet — elsősorban a hidrogénkötések felszakadása révén — megbomlik. Ez a változás egyaránt lehet reverzibilis és irreverzibilis.

Kiemelkedő fontossága van a hidrogénkötésnek a dezoxiribonukleinsav (DNS)-molekulában, amely a sejtben a genetikai információt hordozza. A DNS-molekulák két egymás körül csavarodott láncból — kettős spirálból — állnak. A két láncot hidrogénkötésekkel egymáshoz kapcsolódó nukleinsav bázispárok alkotják. A nukleinsav bázisok közül az adenin a timinhez, a guanin a citozinhez kapcsolódik, két, illetve három hidrogénkötéssel.



DNS kettős spirálja

A két hidrogénkötés kötési energiája 29,5 kJ, a három hidrogénkötésé pedig 80,3 kJ.

A kettős spirál szerkezetet tehát nagymértékben az említett hidrogénkötések stabilizálják. A DNS duplikációja során (amikor a genetikai információ az egyik DNS-molekuláról a másikra jut át) a kettős spirál szétszavardodik, vagyis a hidrogénkötések sorra szétszakadnak. Az ilyen módon létrejövő két darab egyes spirálshoz hidrogénkötések kialakulása révén új polinukleotid láncok épülnek hozzá. Ennek következtében az eredeti kettős spirálból két új kettős spirál jön létre.

A fentebb leírtak és bemutatottak alapján megállapítható, hogy a kis molekulák (HF, H_2O , H_3BO_3 stb.) esetében a molekula-asszociátumok, a nagy molekulák (fehérjék, DNS stb.) esetében pedig az egyedi molekulák kémiai architektúráját jelentős mértékben a hidrogénkötések — ezek geometriája és erőssége — határozzák meg.

A hidrogénkötések kis — de nem túl kicsi — kötésenergiája következtében a molekulákban, ill. a molekula-asszociátumokban már viszonylag kis energia-közlés hatására is bekövetkezhethet a szerkezet átrendeződése, ill. a polimeráció mértékének a megváltozása. Ez arra utal, hogy a hidrogénkötésű rendszerek nagyon dinamikusak. Ugyanakkor a hidrogénkötések bizonyos szerkezeti felépítésre stabilizálólag hatnak. Ebben a kettősségben rejlik nagy jelentőségű és fontos szerepük a biológiai rendszerekben, amelyekben a rendkívül bonyolult funkciók elvégzéséhez egyidejű követelmény a dinamikus jelleg és a kellő szerkezeti stabilitás.

Irodalom

Barcza L.: Hidrogénkötés, Kémia újabb eredményei. 31. kötet, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1976.

Karlson, R.: Biokémia. Medicina, Budapest, 1972.

DR. SIMON LÁSZLÓ

kandidátus,

Pedagógiai Főiskola, Biológiai és Kémiai Tanszék

Nyitra, Csehszlovák Szocialista Köztársaság

A kémiaoktatás korszerűsítésére irányuló módszertani kutatások a Csehszlovák Szocialista Köztársaságban

Az V. ötéves terv folyamán 1971—1975 között a Csehszlovák Szocialista Köztársaságban a kémiaoktatás tartalmának és módszereinek a korszerűsítésére intenzív módszertani kutatások folytak.

A Prágai Károly Egyetem Pedagógiai Kara Kémiai Tanszékével együttműködő kutatócsoport az országos kutatási program keretén belül az általános és középiskolai kémiaoktatás helyzetét és korszerűsítésének a kérdéseit vizsgálta meg.

A kutatás tárgya a kémiai ismeretek jelenlegi elméleti és gyakorlati eredményei, az általános és középiskolai korszerű tananyag és annak funkciója volt.

A kutatócsoport a fejlett vegyiparral rendelkező öt ország: a Csehszlovák Szocialista Köztársaság, a Szovjetunió, a Német Demokratikus Köztársaság, az Amerikai Egyesült Államok és Anglia iskoláiban használt kémiaprogramokat, tankönyveket és a kémiaoktatással kapcsolatos kiadványokat, cikkeket összehasonlító analízisnek vetette alá.

A kutatás az említett országokon kívül más országokban folyó korszerűsítési törekvések vizsgálatára is kiterjedt, de már nem ilyen részletesen.

Az így kapott eredmények alapján a hazai kémiaoktatás célkitűzéseinek a figyelembevételével a korszerűsítésre vonatkozólag javaslat készült.

Mivel előadásomban az összes megvizsgált kérdések magyarázatára nem vállalkozhatom, így csak a szerves kémia oktatásával kapcsolatos főbb kutatási eredményekből és javaslatokból mutatok be szemelvényeket.

A fejlett szocialista rendszer célkitűzéseiből kiindulva a kutatócsoport megvizsgálta a korszerű szerves, szerves és biokémiai és más tudományágak jelenlegi helyzetét, így például a fontosabb hazai és külföldi egyetemi szerves kémia könyveket, felmérte az azokban tárgyalásra kerülő alapfogalmak, törvényszerűségek, jelenségek és gyártásfolyamatok tudományos szintjét, és összevetette a kémia mai ismereteivel, így például a *Cotton és Wilkinson* [1], *Gažo és társai* [2], *Glinka* [3], *Heslop és Robinson* [4], *Parkes* [5], *Remy* [6], *Sanderson* [7], *Scsukarev* [8] munkáit.

Ezeket a műveket lényegében két csoportba sorolhatjuk, ezek a következők:

Az első csoportba azok a klasszikus koncepciójú könyvek tartoznak, amelyek a szerves kémia inkább leíró jellegűen tárgyalják, az egyes csoportok rövid jellemzése után az elemek és vegyületek részletes ismertetése következik, sok számadattal és eredeti publikációkra való utalással. Ilyen szemlélettel találkozhatunk például *Remy*, *Glinka*, *Parkes* munkáiban.

A második csoportba azok a munkák sorolhatók, amelyek a hangsúlyt a jelenségek és folyamatok magyarázatára, a problémák megoldására, a szerkezet és a sajátságok kapcsolatára helyezik, így például *Cotton és Wilkinson*, *Sanderson* vagy újabban a magyar *Szabó és Nyilasi* [9], *Nyilasi* [10] professzorok munkáiban találkozunk ilyen szemlélettel, továbbá *Scsukarev* könyvében, aki a szerves kémia filozófiai, természettudományos magyarázatával is részletesen foglalkozik.

Megemlítem, hogy a közben eltelt idő alatt szerves kémiből további korszerű kiadványok is megjelentek.

Így került sor a perspektivikus tananyag kijelölésére szerves kémiből és a csehszlovákiai általános [11, 12], és középiskolai [13, 14], a szovjet [15, 16], az NDK [17, 18, 19, 20, 21, 22], a *Parry-féle* [23] amerikai, és a *Halliwel-féle* angol [24, 25] programok összehasonlító analízisére.

Az áttekinthetőség és rendszerezés céljából az egyes tankönyvekben szereplő fogalmak, jelenségek, törvényszerűségek, folyamatok tárgyalása kártyalapokra lettek feldolgozva. Ezáltal lehetőség nyílt az egyes programokban a tananyag tudományos szintjének a felmérésére. Nyilvánvaló, hogy a fogalmak tárgyalásának a didaktikai rendszerére így általános érvényű következtetéseket levonni nem lehetett. Ezen a téren még további kutatásra volt szükség.

A hipotetikus tananyagkiválasztásról annak kísérleti alapjairól, nevelő-oktatói feladatairól, az egyes iskolákban végzett kísérletekről a *Prešovban* [26], *Prágában* [27], *Olomoucban* [28] és *Nyitrán* [29] megrendezett országos kémiaoktatási konferenciák anyagai, valamint a *Pachmann és társai* [30] által kidolgozott kutatási jelentés átfogó képet nyújtanak.

Az összehasonlító elemzés eredményeképpen kiválasztott anyagot olyan didaktikai rendszerbe kellett összefoglalni, amely az egyes fogalmak és törvényszerűségek kölcsönhatásait szerves kémiből megfelelő módon tükrözi. Az elemek és vegyületek fizikai és kémiai sajátságai logikai szempontból erre vonatkozólag kitűnő lehetőséget kínáltak. Az egyes országok tankönyveiben levő modellanyagokról, azok felhasználási szempontjairól az 1. táblázatban közölt példák alapján tájékozódhatunk.

Felhasználási szempontok		Atom- és molekula-szerkezet					Halmaz-állapot és kristály szerkezet					A kémiai reakciók energiája					Kinetika kémiai egyensúlyok					Az anyagok periódicitása				
Anyagok	Tan-könyvek	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
S		+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+			+					+	+	+	+	
H ₂ S		+	+	+	+																					
SO ₂					+	+						+	+	+	+	+	+	+	+	+						
SO ₃		+		+			+					+		+			+	+	+	+						
H ₂ SO ₄					+	+																				
H ₂ S ₂ O ₈		+	+	+								+		+			+		+			+	+			

ahol: 1 = csehszlovák

2 = szovjet

3 = NDK

4 = amerikai

5 = angol

A vizsgálat arra is kiterjedt, hogy az egyes kísérletek milyen célt szolgálnak, az oktatási folyamatba például bemutató, tanulói, vagy laboratóriumi kísérlet formájában van beiktatva. A kísérletek elemzése nemcsak a tartalmi szemléletességi szempontokra terjedt ki, hanem az anyagi, biztonsági és az időbeli kivitelezhetőségre is.

A segédeszközök összehasonlító elemzése az oktatási segédeszközöket gyártó különböző cégek katalógusaira és egyéb irodalmi dokumentációkra vonatkozott. Az összevetés a segédeszközök tartalmi, formai, anyagi kérdéseinek az értékelésén kívül arra is vonatkozott, hogy sztatikus vagy összerakható-szétcszedhető eszközről van-e szó, a tanulóknban milyen ingereket és érzeteket válthat ki. A szerves kémia oktatásához javasolt segédeszközökről még szó lesz.

A helyzet felmérését követően a periódusos törvény és rendszer tárgyköréből 90, a főcsoportok elemeinek és vegyületeinek a köréből 63, az átmeneti fémek és vegyületek köréből 66 gyűjtőfogalom tárgyalását javasolta a kutatócsoport. A szakmai bírálatok és módszertani elgondolások alapján például a periódusos törvény és a periódusos rendszerrel kapcsolatos témák számát 44-re csökkentette a kutatócsoport. Tekintetbe kellett venni azt a tényt is, hogy számos fogalom mind az általános, mind a szerves kémiai kapcsolatos.

A *Pachmann* és társai [30] javaslat szerint az általános és szerves kémiai vonatkozású témák a következők:

1. *Atomszerkezeti ismeretek*: A hullámmechanikai atommodell, az atommag szerkezete (a rendszám és tömegszám fogalma, izotópok), a radioaktivitás, magreakciók, a kvantumszámok, az atompályák térbeli elrendeződése, az elektronszerkezet felépítése, a *Pauli*-féle tilalmi elv, a *Hund*-szabály, alap- és gerjesztett állapot, ionizációs energia, az elektronegativitás, a kation és az anion fogalma, az atomok és az ionok mérete.

2. *A kémiai kötés*: A kovalens kötés, szigma- és a pi-kötés, a datív kötés, az sp , sp^2 , sp^3 , sp^3d és az sp^3d^2 hibridizáció, az elektronegativitás fogalma, a kémiai kötés polaritása, parciális kötés, ionos és fémek kötés, az elemek fém és nemfém jellege, a kémiai kötések és a vegyületek sajátosságai.

3. *Kémiai jelrendszerek*: Vegyjelek, képletek és egyenletek (ionegyenletek).

A savak és bázisok reakciói					Redoxi reakciók					Az anyagok tanulmányozásának módszerei					Az anyagok felhasználása					A tananyag kísérleti alapja					További nevelői és oktatói szempontok				
1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
					+	+		+	+	+				+	+	+		+							+				
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+								+					+				
					+	+	+	+	+											+					+	+	+	+	
	+				+			+	+											+					+				
+	+			+		+														+	+								
+	+	+	+		+	+		+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			

4. *Halmazállapotok*: A halmazállapotok jellemzése, fázisváltozások, kristályrács típusok (ionos, fémes, molekula, kovalens kristályok, allotrópia).

5. *A kémiai folyamatok*: Hőfelszabadulással és hőelnyeléssel járó folyamatok (entalpia), termokémiai törvények, a reakciók sebességét befolyásoló tényezők, reakció koordináták, Guldberg-Waage törvénye, a kémiai egyensúly és befolyásolása, katalízis és katalizátorok.

6. *A kémiai reakciók fajtái*: Sav-bázis reakciók, oldószer elmélet, disszociáció egyensúly állandó, savak és bázisok erőssége, a víz ionszorzata, a semlegesítés, a hidrolízis, a redoxireakciók (oxidációs szám), az oxidáció és redukció elektronelméleti magyarázata, az elektrolízis, galvánelemek, redoxipotenciálok kicsapásos reakciók (oldhatósági szorzat, oldhatóság és oldhatósági táblázatok)

A periódusos törvény és az elemek periódusos rendszerével kapcsolatos 44 tárgykör a következő:

1. *D. I. Mengyelejev* elődei, az elemek rendszerbe foglalására irányuló törekvések (fémek, nemfémek).
2. *D. I. Mengyelejev* felfedezése.
3. A periodicitás elve, periódusok, a periódusos törvény.
4. A periódusos törvény táblázatbeli kifejezése — az elemek periódusos rendszere.
5. Homológia a periódusos rendszerben, csoportok, hasonló sajátságok.
6. Az átlós rokonsági kapcsolatok értelmezése.
7. Új elemek megjósolása a periódusos rendszer alapján.
8. Brauner cseh vegyész és Mengyelejev együttműködése.
9. A periódusos törvény és a periódusos rendszer filozófiai jelentősége.
10. Az elemek csoportosítása.
11. Az elemek atomszerkezete (izotópok).
12. Az atomok és ionok mérete periódusos jellegük értelmezése.
13. Az elemek csoportosítása kristályszerkezetük szerint (allotróp módosulatok).
14. Az elemek fizikai sajátságai (sűrűség, forráspont, olvadáspont).
15. Az elemek ionizációs energiája, periodicitása, az affinitás periodicitása.
16. Az elektronegativitás értékek periodicitása.
17. Az elemek parciális töltésének a periodicitása.
18. A fémek általános sajátságainak a jellemzése.

19. Az elemek oxidációs számának a periodicitása.
20. Az elemek redoxisajátságai, aktivitási sorozat.
21. Az elemek sav-bázis jellege, periodicitásuk.
22. A periódusos rendszer és az anyagok oldhatósága.
23. A hidrogén, a hidridek és helyük a periódusos rendszerben.
24. Az oxigén, az oxidok, peroxidok és helyük a periódusos rendszerben.
25. A nemesgázok és helyük a periódusos rendszerben.
26. A halogéncsoport elemei és helyük a periódusos rendszerben.
27. A kalkogén elemek és helyük a periódusos rendszerben (az oxigén kivételével).
28. A nitrogéncsoport elemei és helyük a periódusos rendszerben.
29. A szénecsoport elemei és helyük a periódusos rendszerben.
30. Az alkáli fémek elemei és helyük a periódusos rendszerben.
31. A berilliumcsoport és helyük a periódusos rendszerben.
32. A bórcsoport elemei és helyük a periódusos rendszerben.
33. Az átmeneti fémek jellemzése az atomszerkezet alapján.
34. Az átmeneti fémek fizikai sajátságainak jellemzése.
35. Az átmeneti fémek kémiai sajátságainak jellemzése.
36. A komplex vegyületek általános jellemzése.
37. Az átmeneti fémek vegyületei.
38. Az átmeneti fémek rendszere (áttekintés).
39. A lantanoidák és az aktinoidák jellemzése.
40. A második és a harmadik periódusba tartozó elemek jellemzése.
41. A negyedik és az ötödik periódusba tartozó elemek jellemzése.
42. A hatodik és a hetedik periódusba tartozó elemek jellemzése.
43. Az elemek ipari jelentősége.
44. Az elemek előfordulása a természetben.

Az egyes elemek és vegyületek kiválasztásánál azt is figyelembe kellett venni, hogy az általános iskolai és középiskolai szinten a szervesetlen kémia oktatásában mely elemek és vegyületek alkalmazhatók előnyösen. Ezek számáról a 2. táblázat alapján tájékozódhatunk.

Az általános iskolában például a javaslat szerint a főcsoportokba tartozó elemek közül az alábbi elemek tárgyalására van szükség: H, O, (Li), Na, K, Mg, Ca, Al, C, N, P, S, Cl, Br, I a nemesgázok közül pedig a He, Ne, Ar rövid ismertetése.

2. táblázat

A szervesetlen kémia oktatásához ajánlott elemek és vegyületek száma

	Általános iskola	Középiskola
A főcsoportok elemei közül	15 (16)	20 (21)
Vegyületek száma	41 (50)	83 (101)
Az átmeneti fémek közül	7	18 (19)
Az átmeneti fémek vegyületei közül	18 (23)	59 (64)

A középiskolában a felsorolt elemeken kívül a következő elemekről van szó: Si, Ge, Sn, Pb, F.

A vegyületek közül hasonlóan elkészült egy javaslat, amelyek oktatására feltétlenül megfelelő teret kell biztosítani.

A vizsgálat alapján a kutatócsoport arra a következtetésre jutott, hogy a periódusos törvény tárgyalását a nyújtott periódusos rendszer alapján az atomszerkezeti ismeretekre építve lehetőleg minél előbb be kell az általános iskolába vezetni, mégpedig úgy, hogy a periódusos törvényt és az elemek sajátságainak a periodicitását kezdetben konkrét kísérletek segítségével magyarázzuk a tanulóknak, pl. a második és a harmadik periódusba tartozó elemek reakciója vízzel.

Az általános kémiai ismeretekre épülő szerves kémia oktatása között szoros kapcsolatot kell az oktatás folyamán létrehozni. A tantervi koncepciók összeállításánál arra kell törekedni, hogy a szerves kémia tárgyalása folyamatos legyen, vagyis a szerves kémia oktatása a főcsoportokba tartozó elemek és az átmeneti fémek közé ne legyen beépítve. Az egyes csoportok tárgyalásánál a szerkezeti szempontokra kell a fő hangsúlyt helyezni.

Mivel a kutatócsoport feladata nem az volt, hogy a javaslatban szereplő hipotetikus tananyagot az egyes osztályok számára órák szerint is feldolgozza, ezért az illetékes minisztériumi szervek felé javasolta, hogy a szerves kémia tárgyalását a nemesgázokkal kellene kezdeni, majd ezt követően a VII, VI, V és IV csoport elemei következzenek, ezután pedig az I, II, III főcsoportokba tartozó fémek, és így zökkenőmentesen lehetne áttérni az átmeneti fémek tárgyalására. Az általános iskolában az átmeneti fémek külön fejezetet nem képeznének, a középiskolában viszont az átmeneti fémek a komplex vegyületekkel együtt önálló fejezetet alkotnának.

A szerves kémia tárgyalása az általános iskolában a kísérletekre alapozva lehetőleg a legkonkrétabb legyen, a középiskolában az oktatás folyamán arra kell törekedni, hogy az absztrakt és önálló gondolkodásmód fejlesztését elősegítse.

E cél elérése érdekében szorgalmazni kell a dinamikusan összerakható és szétszedhető segédeszközök és új kísérletek kifejlesztését, melyek az új ismeretek elsajátításában fontos szerepet tölthetnek be. A szerves kémia oktatásában is lehetőleg arra kell törekedni, hogy az elemek és vegyületek sajátságai közötti kapcsolatok keresése előtérbe kerüljön.

Az oktatás folyamán a politechnikai képzés, az elemek és vegyületek ipari és gyakorlati felhasználásának szempontjait, az eszmei-politikai, erkölcsi és világnézeti nevelés, valamint a nemzetközi munkamegosztás szempontjait a vegyipar terén is figyelembe kell venni.

Az említett szempontok figyelembevételéről az egyes országok tanterveiben és tankönyveiben a 3. táblázat alapján tájékozódhatunk. Láthatjuk, hogy ezek a szempontok elsősorban a szovjet és az NDK tankönyvekben tükröződnek.

Ha a kémiaoktatásban a felsorolt szempontokat a jövőben teljes mértékben sikerülne érvényre juttatni, akkor ez a kutatás nagyban hozzájárulna a kémiaoktatás színvonalának a fejlesztéséhez. Az általános és középiskolai szerves kémia oktatásához javasolt tananyag elrendezéséről az alábbi táblázat alapján tájékozódhatunk:

ahol: + = figyelembe veszi,
 0 = részben figyelembe veszi,
 — = kevésbé vagy egyáltalán nem veszi figyelembe.

3. táblázat

A tananyag a táblázatban felsorolt szempontokat figyelembe veszi

Tanterv (tankönyv)	A tananyag a mai tudomán- nyal ismeretekkel összhang- ban van	A tan- anyag az általá- nos kémiaira épül	A tananyag a poli- technikai szem- pontokat is figyelembe veszi	A tanulók aktivitását és önállósá- gát a gondol- kodásmód fejlesztésével kapcsolat- ban figyelembe veszi	A tanulói kísérleti munka szempont- jait is figyelembe veszi	A tanulók sokoldalú személyisé- gének a formálását figyelembe veszi (világnézeti nevelés)
csehszlovák	/—	—	—	0	0	0
szovjet	+ / 0	+ / 0	+	0 / —	0	+ / 0
NDK	+ / 0	+	+	+	0	+ / 0
amerikai	+	+	—	+	0	0 / —
angol	0	—	—	0	+	—

4. táblázat

Részlet az elektronegativitás fogalom tanítására vonatkozólag

Forgalom (sorszám)	Általános iskolai tananyag	Középiskolai tananyag
16.	a) Az elektronegativitás az az erő, amellyel egy atom a kémiai kötésben résztvevő elektronokat magához vonzza. Az elektronegativitás-érték változása a főcsoportok elemeinél az oszlopokban és periódusokban (a nemesgázok kivételével). b) A három fő kötéstípus értelmezése az elektronegativitás-érték alapján, pl. nátrium, klórmolekula, NaCl. c) Az elemek fémes és nemfémes jellegének a változása, elektronegativitásuk, redoxisajátságuk és sav-bázis jellegük.	A) Az elektronegativitás-érték, mint az ionizációs értékek és az elektron-affinitások átlagértékei. Az elektronegativitás-érték változása a periódusos rendszerben. B) Az átmeneti fémek elektronegativitása. C) A periódusos rendszer elektropozitív és elektronegatív elemei, a nemesgázok különleges helyzete. D) Az elemek elektronegativitása és donor-akceptor sajátosságai. A kötés-eloszlás a harmadik periódusba tartozó elemeknél, a kötés %-os ionos jellege. E) Az elemek elektronegativitás-értéke és várható kémiai sajátosságok megítélése. F) A kémiai sajátosságok periodicitása, fémes és nemfémes jelleg, redoxisajátosságok, az elemek oxidjainak sav-bázis jellege és az elektronegativitás.

A szerves kémiai tananyag kísérleti alapjainak a vizsgálati eredménye azt mutatja, hogy az NDK tankönyvek a szerves kémia oktatásához 165, a szovjet 142, a csehszlovák az általános és középiskolai szerves kémia oktatásához összesen (93 + 105) kísérletet említene, itt azonban meg kell

jegyezni, hogy a gimnáziumban sok kísérlet ismétlődik, az amerikai tervezet viszonylag kevés (40 kísérletet említ), a hangsúlyt az általános kémiára helyezik, így a kísérletek száma itt is jóval több, melyet egy másik az általános kémiával foglalkozó kutatócsoport dolgozott fel, az angol Nuffield program pedig 88 kísérletet említ. Nyilvánvaló, hogy ez a felsorolás az egyes tervezetek hatékonyságáról teljes képet nem nyújt.

Az általános és középiskolai szerves kémia oktatásához javasolt kísérletekből az alábbi táblázat szerint tájékozódhatunk:

5. táblázat

Részlet a javasolt kísérletekből

Tananyag (fogalom)		Kísérlet	
Sorszám	Elnevezés	Bemutató	Tanulói
13a	Kristályrács típusok és a periódusos rendszer elemei: C, O, P, S módosulatai.		A szén allotróp módosulatainak oxidációja réz(II)-oxiddal „T”.
13 A	C. O. S. P allotróp módosulatai, allotrópia a fémeknél (Sn).	Az ózon előállítása, a szén allotróp módosulatainak az előállítása.	A kén allotróp módosulatainak előállítása „T”.

A sorszám mellett levő kis „a” betű azt jelenti, hogy a kísérlet az általános iskolára vonatkozik, a nagy „A” betű pedig a középiskolát jelenti, a „T” a tanulói kísérletet.

Az alábbi táblázatban a szerves kémiai tananyaghoz javasolt kísérletek száma szerepel.

6. táblázat

Az általános és középiskolai kísérletek számának áttekintése szerves kémiaiból

Iskola	Kísérlet			Összesen
	Bemutató	Tanulói kísérletek		
		Hagyományos órák	Laboratóriumi órák	
Általános iskola	83	25	21	129
Középiskola	93	37	72	202

A javaslat azzal is számol, hogy a kísérletek egy része több fogalommal, jelenséggel, folyamat magyarázatával hozható kapcsolatba, s így az egyes tananyagrészekhez javasolt kísérletek száma növekszik. A korszerűbb tananyaghoz új kísérletek kifejlesztésére van szükség.

A kutatócsoport a kísérletek még intenzívebb elméleti és gyakorlati hasznosságával is számol a jövőben. Erről tájékoztat a következő táblázatbeli összefoglalás. (7. táblázat).

A dinamikus segédeszközök segítségével a szemléltetés fokozható. A szerves kémia oktatásában a periódusos táblázat különös szerepet tölt be. Vizsgálataim szerint [Simon, 31] az említett országok tankönyvei részben a rövid periódusos táblázatot, részben pedig a nyújtott periódusos táblázatot alkalmazzák. (8. táblázat).

szám	1	2	3	4	5	6
típus	Az átmeneti fémek jellemzése	funkció	reakció-típus	A technika fajtája	mérés	értékelés
Kísérlet	eszköz, művelet stb. ↑ Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Ag Zn Hg	preparáció, kimutatás, meghatározás,	sav-bázis, redoxi, kicsapásos, komplexképző,	szűrés, oldás, kristályosítás, ömlesztés, hóbontás, gázokkal való munka, kromatográfia, elektrolízis, titrálás,	gáztérfogat, folyadéktérfogat, súlymérés, hőmérséklet, elektromos egység, idő, sűrűség, pH,	grafikus számítások
		/	/	/ /	/ /	/
ezüst-oxid mennyiségi bomlása	/					

Rövid és nyújtott periódusos táblázatok használatának áttekintése

Ország (tankönyv)	Csehszlovák	Szovjet	NDK	Amerikai	Angol
Periódusos táblázatok					
Rövid periódusos táblázat	+	+	+		
Nyújtott periódusos táblázat	—	—	—	0	0

A periódusos törvény és a periódusos rendszer tanításához a javaslatban a *Pachmann-féle* [32] összerakható és szétszedhető nyújtott periódusos táblázat szerepel. Itt jegyzem meg, hogy a fenti időszakban több kísérleti osztályban a szerves kémia oktatásában sikeresen alkalmaztam [Simon, 33] a nyújtott periódusos rendszerek közül a *Szabó—Lakatos-féle* [34] táblázatot.

A szerves kémia tanításához a következő segédeszközök szerepelnek a javaslatban. Lásd a 9. táblázatot.

Ebben a táblázatban a szerves kémia oktatásához szükséges vegyszerek, laboratóriumi segédeszközök, közet- és nyersanyagminták, késztermékek, továbbá a gyártásfolyamatokat ábrázoló képek nem szerepelnek, mivel ezeket a kérdéseket egy másik kutatócsoport vizsgálta meg.

Új típusú és koncepciójú segédeszközökből a háromdimenziós kristályszerkezetek, összerakható atom és kalottamodellek, mágneses applikációk, pl. az oxidok, savak és sók tanításához csaknem kielégítő mennyiségben a kémia tanárok rendelkezésére állnak. Hasonló a helyzet a képanyagokkal is, ezek inkább technológiai folyamatokkal kapcsolatosak. A hullámmechanikai atommodell, a rádióaktivitás, a kémiai kötések, továbbá a kémiai reakciók szemléltetéséhez diapozitívok, diafilmek már rendelkezésre állnak, azonban még további újabb koncepciójú segédanyagok megalkotására van szükség. A tanszereket gyártó vállalatokhoz az egyes kutatócsoportok javaslatait is megküldték.

Nevelési szempontból a hangszalagok különösen hasznosak lennének. Külföldön így például az NDK-ban, Lengyelországban egyes témákhoz már ilyen anyagokat is készítettek.

Az új koncepciójú feladatlapok, munkalapok és programozott füzetek első sorban a tanulói aktivitás fokozásához kívánnak segítséget nyújtani. Bár itt is vannak már eredmények, de még további munkálatokra van szükség.

Befejezés

Előadásom végén hangsúlyozni szeretném, hogy mind a csehszlovákiai mind a külföldi szakemberek véleménye az, hogy a kémiai szakmódszertani kutatások csak szakmailag jól megalapozott és módszertanilag hozzáértő szakemberek segítségével végezhetők megfelelő szinten. A cél az, hogy a kémia oktatása egyre objektívabb alapokra kerüljön.

A kutatás alkalmazási szinten tovább folyik, annak a kérdésnek az eldöntésére, hogy az általános és középiskolában az igényes tananyag a kémia-oktatást mennyire teszi hatékonyabbá. A korszerű ismeretekkel felvértezett tanulóifjúság érdekében ezen a területen még sok munka áll előttünk, véleményem szerint még jobb összefogásra és a tapasztalatok nemzetközi cseréjére van szükség.

Az egyes témák tanuláshoz javasolt segédeszközök

Tananyag		Segédeszközök			
Sor- szám	Fogalom				
16.	Az elemek elektronegativitásának a periódicitása	1. <i>Tárgyi eszközök:</i> háromdimenziós modellek, síkmmodellek,	2. <i>Képanyagok:</i> színes térhatású eszközök, fényképek, vázlatok, összerakható képek és táblázatok, táblázatok és grafikus térképek, diapozitívok, transzparenszek, filmek (hurokfilmek).		
30.	Az alkáli fémek jellemzése	0	0 0 0	3. <i>Hangszalagok:</i> pl. magnetofon szalagok,	4. <i>Írásos anyagok</i> programozott füzetek, feladatlapok, kiegészítő segédanyagok.
					0 0 0

Irodalom

1. Cotton, F. A.—Wilkinson, C.: Anorganická chemie. Akademia, Praha, 1973. (cseh fordítás)
2. Gažo, J. és társai: Všeobecná a anorganická chemia. Alfa, Bratislava, 1974.
3. Glinka, N. L.: Obscsaja himija. Moszkva, 1965.
4. Heslop, R. B.—Robinson, P. L.: Inorganic Chemistry. Elovier, London, 1967. 3. kiadás.
5. Parkes, C. D.: Merriors Modern Inorganic Chemistry. Longmans Bristol, 1967.
6. Remy, M.: Anorganická chemie. 1. és 2. kötet, SNTL, Praha, 1972. (cseh fordítás)
7. Sanserson, R. T.: Inorganic Chemistry. Reinhold Corp., New-York—Amsterdam, 1967.
8. Scsukarev, A. A.: Neorganyicseszkaja himija. I. és II. kötet, Vyszsaja Skola, Moszkva, 1970.
9. Szabó Zoltán—Nyilasi János: A szervetlen kémia alapjai. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1972.
10. Nyilasi János: Általános kémia, szervetlen kémia. Gondolat, Budapest, 1975.
11. Trtílek, J.—Krsicka, R.—Ondráček, J.: Chemie pro 8. roč. ZDŠ, SPN, Praha, 1964.
12. Pauková, M.—Hájek, B.—Otčenášek, L.: Chemie pro 9. roč. ZDŠ, SPN, Praha, 1964.
13. Sotorník, V.—Petru, F.: Anorganická chemie pre I. roš. středních všeobecně vzdělávacích škol. SPN, Praha, 1966.
14. Fabini, J.—Šteplová, D.—Sokolík, R.: Anorganická chemia pre stredné zdravotnícke školy a pre gymnáziá. SPN, Bratislava, 1969.
15. Chodakov, Ju. V.—Epstejn, D. A.—Gloriozov, P. A.: Neorganiicseszkaja himija. Učebnyik dlja 7—8 klassza, Proszvescsenyie, Moszkva, 1971.
16. Chodakov, Ju. V.—Epstejn, D. A.—Gloriozov, P. A.: Neorganiicseszkaja himija. Učebnyik dlja 9. klassza, Proszvescsenyie, Moszkva, 1971.
17. Meyendorf, G. Jöricke, W.—Eisenkuth.: Chemie. Lehrbuch für Klasse 7. Volk und Wissen, Berlin, 1971.
18. Möhle, H. és társai: Chemie. Lehrbuch für Klasse 8. Volk und Wissen, Berlin, 1971.
19. Teichmann, J. és társai: Chemie. Lehrbuch für Klasse 9. Volk und Wissen, Berlin, 1971.
20. Lange, P. és társai: Chemie. Lehrbuch für Klasse 10. Volk und Wissen, Berlin, 1971.
21. Hradetzky, A. és társai: Chemie. Lehrbuch für Klasse 11. Volk und Wissen, Berlin, 1972.
22. Bartelt, H. és társai: Chemie. Lehrbuch für Klasse 12. Volk und Wissen, Berlin, 1973.
23. Parry, R. W. és társai: Chemistry-Experimental Foundations. Prentice—Hall, New Yersey, 1970.
24. Halliwell, H. F.: Chemistry. The Sample Scheme Stages I and II, The Basic Course. Nuffield Foundation, Longman/Penguin, London, 1968.
25. Halliwell, H. F. és társai: Chemistry. The Sample Scheme Stage III. A. Course of Options. Nuffield Foundation, Longman/Penguin, London, 1969.
26. Zborník referátov z konferencie odbornej skupiny pre vyučbu chémie. (8. Országos Kémiaoktatási Konferencia anyagai) Prešov, 1972. szeptember.
27. Sborník referátů z. 9. konference o vyuce chemie. (9. Országos Kémiaoktatási Konferencia anyagai), Praha, 1973. szeptember.
28. Modernizace učiva o vyuky chemie. (10. Országos Kémiaoktatási Konferencia anyagai), Olomouc, 1974. szeptember.
29. XI. Celostátna konferencia o vyučovaní chémie. (11. Országos Kémiaoktatási Konferencia anyagai), Nitra, 1975. szeptember.
30. Pachmann, E. és társai: Modernizace učiva a vyuky chemie na VVŠ — Didaktika chemie anorganická. Országos kutatási jelentés, Praha, 1975. (Károly Egyetem)
31. Simon, L.: Porovnávacía analyza pomôckového zabezpečenia vyučby periodického zákona a periodického systému prvkov. Országos kutatási jelentés, Praha, 1975. (Károly Egyetem)
32. Pachmann, E.: Sestavovycí tabule periodické soustavy prvku — nová školní pomucka. Přír. Vědy Šk. 24, 341 (1972—73).
33. Simon, L.: A periódusos rendszer és a korszerű kémiai ismeretek tanításának módszertani problémái. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1972.
34. Szabó, Z.—Lakatos, B.: A periódusos rendszer új alakja és az új periodikus függvények. MTA VII. Oszt. Közl. 4, 125—159, 1954.

Az általános iskolai kémia tantervi kísérlet mérési eredményeiről

I.

(Csoport és egyéni teljesítmények értékelése az 1974/75. évben megírt ellenőrző feladatok alapján (7. osztály).

Már korábban beszámoltunk az Országos Pedagógiai Intézet Kémia Tanszéke és a Tanárképző Főiskolák Kémiai Szakbizottsága az Oktatási Minisztérium segítségével az 1974/75-ös tanévben tíz általános iskola 7. osztályában, megkezdte az 1979/80-as tanévben bevezetésre kerülő kémiatanterv kísérleti változatának kipróbálását [1].

A kísérleti tanterv tervezésekor, a tankönyvpótló jegyzetek megírásakor hipotézisünk volt, hogy az általunk megjelölt témakörök és a hozzájuk kapcsolt fogalmi rendszerek [1] az általános iskola 7. és 8. osztályában a 13 és 14 éves tanulók számára elsajátíthatók. Az elsajátítás mértékének becslésére egy-egy témakör elvégzése után feladatlapot írtunk. A dolgozatban zárt, nyílt és konstruktív feladatokat foglalmaztunk meg. A zárt feladatok körében előnyben részesítettük a választásos feladatokat — a tesztek — a feladatokat kérdés formájában vagy közlő formában, de gyakran besoroló formában foglalmaztuk meg.

Néhány példa a feladatokra:

Milyen anyagok elegyednek leggyorsabban? A) Folyadék-folyadékban;
B) Szilárd-folyadékban;
C) Gáz-gázban;
D) Szilárd-gázban.

Melyik anyag nem éghető? A) Magnézium;
B) Hidrogén;
C) Kén;
D) Oxigén;
E) Foszfor.

A következő feladatokban minden sorszámozott állítás elé aszerint kell betűjelet írni, hogy a betűvel jelzett két fogalom közül melyikre igaz vagy esetleg mindkettőre, illetve egyikre sem.

A) proton; B) elektron; C) mindkettő; D) egyik sem.

- ... 1. Egységnyi elektromos töltése van.
- ... 2. Tömege elhanyagolhatóan kicsiny.
- ... 3. Semleges.
- ... 4. Atomi részecske.
- ... 5. Pozitív töltésű.
- ... 6. Semlegesíti a másik töltését.

A feladatban az öt megadott válasz közül csak *egy jó*, annak betűjelét karikázd be!

Ionkötésű vegyületek:

A) CO_2 ; B) N_2 ; C) NaCl ; D) Cl_2 ; E) CH_4 .

A dolgozatok értékelését számítógépen végeztük el. A gépi program megírásában, az adatok feldolgozásában Gömöri László főiskolai tanársegéd és Pápai Mária hallgató vett részt. A dolgozatokat megírt tanulók számát, a dolgozatonként feltett kérdéseket, azok alternatíváit vagy a konstruktív kérdések számát az elérhető maximális pontszámokat az első táblázatban foglaljuk össze.

1. táblázat

<i>D</i>	<i>T</i>	<i>K</i>	<i>A</i>	<i>C</i>	<i>P</i> ₁₀₀
I.	242	40	5	0	40
II.	242	40	5, 4, 3, 1	3	40
III.	245	40	5,1	15	40
IV.	246	38	5	0	38

D A dolgozatok száma
T Értékelt tanulók száma
K Kérdések száma
A A kérdések lehetséges alternatívái
C A konstruktív kérdések száma
*P*₁₀₀ Az elérhető maximális pontszám

Az egyéni teljesítményt ($x_i\%$) az elérhető maximális pontszám (P_{100}) százalékarányban; a csoportteljesítményt a medián ($Me\%$), a számtani közép ($\bar{x}\%$), az empirikus szórás ($\pm s\%$), valamint a relatív szórás ($s_r\%$) értékeivel fejeztük ki [2].

2. táblázat

<i>D</i>	<i>Me</i> $\%$	<i>X</i> $\%$	$\pm S\%$	<i>S_r</i>
I.	72,5	72,7	18,1	24,9
II.	75,0	73,0	18,0	24,6
III.	67,5	65,8	20,7	31,5
IV.	60,5	58,2	16,7	28,7

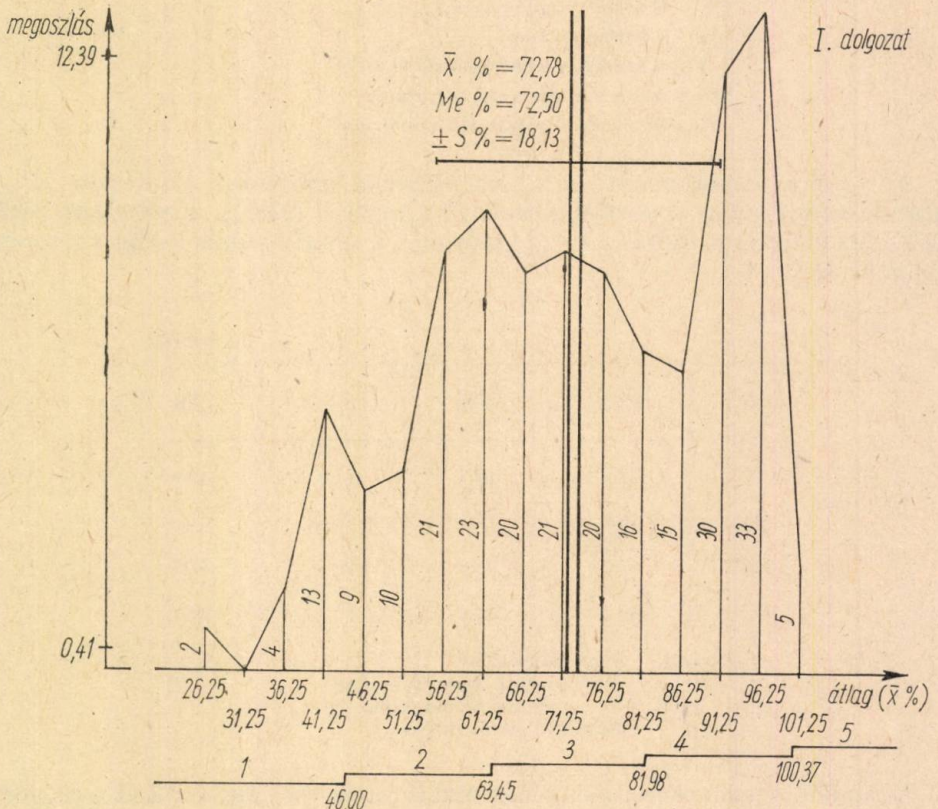
Me $\%$ A medián értéke
X $\%$ A dolgozatok számtani átlaga
 $\pm S\%$ Az empirikus szórás értéke
S_r A relatív szórás értéke

A tanulók egyéni teljesítményének osztályzattá való átalakítását a csoportteljesítmények ismeretében végeztük el [3].

D.	5	4	3	2	1	X_J
I.	0 %	37,1 %	28,9 %	24,7 %	9,9 %	2,9
II.	7,0 %	31,8 %	28,0 %	27,2 %	5,7 %	3,0
III.	10,6 %	24,8 %	33,8 %	25,7 %	4,8 %	3,1
IV.	9,7 %	26,8 %	30,8 %	27,6 %	4,8 %	3,0

5, 4, 3, 2, 1 osztályzatot elért tanulók száma százalékban kifejezve
 X_J -et dolgozatjegy átlaga

Számításaink alapján megrajzoltuk a dolgozatok eredményeit bemutató hisztogramokat. A hisztogramokon feltüntettük a tanulók százalékos eloszlását a csoportközép függvényében. Egy-egy eloszlási százalékhoz közöljük az azt elért tanulók számát. Bejelöltük a medián, a számtani közép helyét és az empirikus szórás, valamint az osztályzatok meghatározásához szükséges százalékok intervallumát.

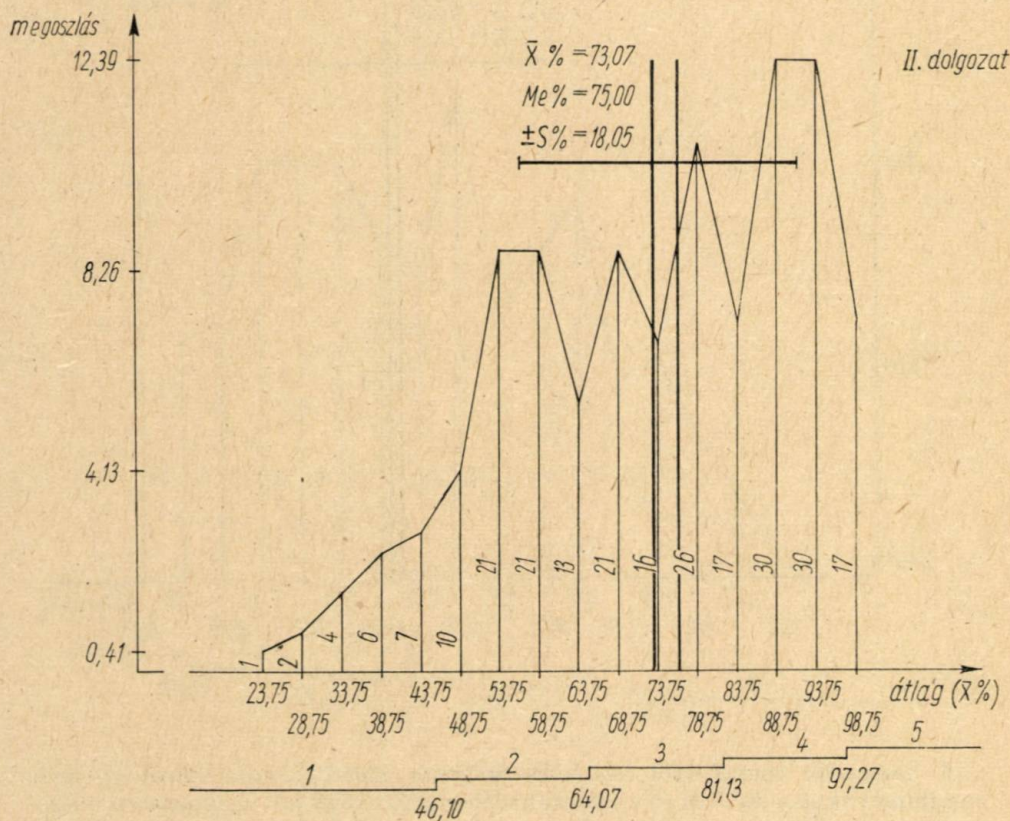


Az első dolgozat hisztogramja jobbról erősen asszimétrikus. A frekvencia abszolút maximuma az empirikus szórás intervallumán kívül jobb oldalt helyezkedik el. A számtani átlaghoz olyan nagymérvű szórás tartozik, hogy

az irodalom által megadott számítások szerint a jeles osztályzatot nem lehet kiadni. (Ezt pedagógiai meggondolásból nem tettük meg.) Feltételezéseink szerint ennek az az oka, hogy a dolgozatok kérdéseinek pontszámát helytelenül adtuk meg.

Az eredmények értékelése a következő problémákra utal:

- a) a tanulók eltérő mértékben sajátították el az első témakör anyagát,
- b) a dolgozat technikai megoldása a gyengébb tanulóknak problémát okozott (egy kérdés megoldása percenként),
- c) a tanulók tanulmányaik megkezdéséhez szükséges ismeretek színvonala különböző volt.

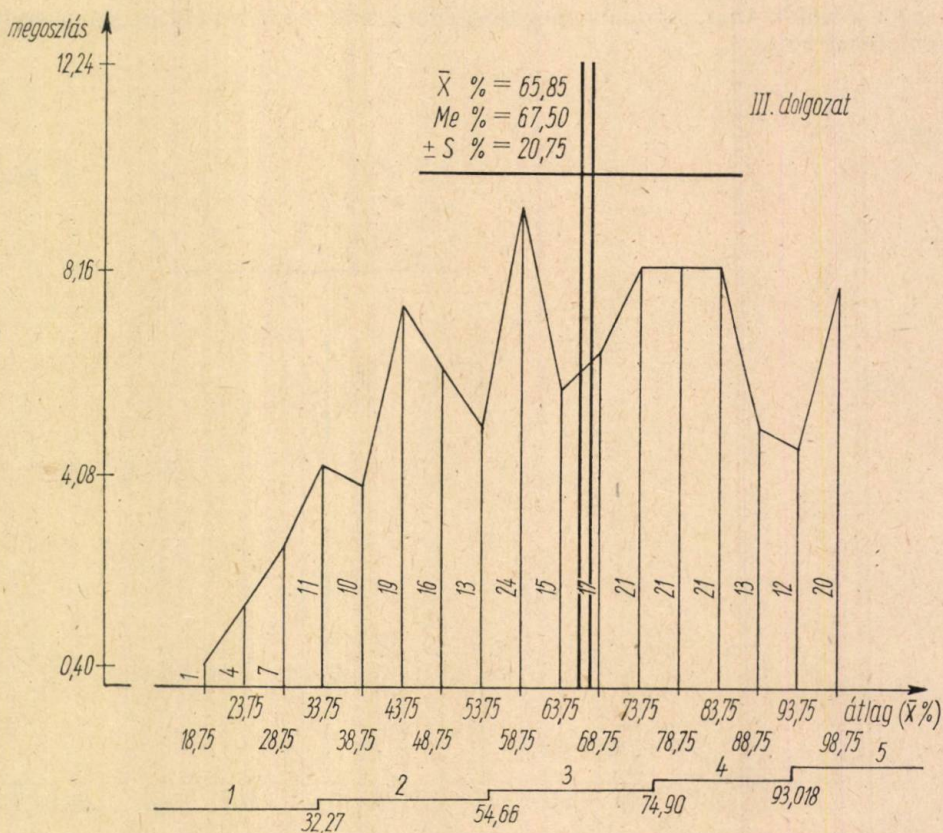


A másik dolgozat hisztogramja szintén jobbról asszimmetrikus. A számtani átlag és az empirikus szórás az első dolgozat eredményeitől szignifikánsan nem különbözik. Erről a Student-féle „t” próbával győződünk meg. A frekvencia-maximum a számtani átlagtól jobbra az empirikus szórás intervallumának határán van. Az empirikus szórás intervallumán belül helyezkedik el a tanulók 59,5%-a. (Több, mint az első dolgozat alkalmával.) A tanulók osztályzatánál egyértelmű változást észlelünk az osztályzatok jegyátlaga 3,07. Jeles osztályzatot 17 tanuló, (7,2%) ért el. Az elégtelen tanulók számaránya lényegesen kisebb, mint az előző dolgozatban 13 tanuló (5,7%).

A második dolgozat értékelése a következőket jelzi:

a) A dolgozat pontozását helyesen végeztük el, lehetőséget adtunk az elégséges osztályzat elérésére, a jobb tanulókat konstruktív feladatokkal differenciáltan foglalkoztattuk.

b) Az új témakört az atomszerkezetet (amely eddig általános iskolában, mint tananyag nem szerepelt) tanulóink jó eredménnyel sajátították el. Feltételezéseink szerint az atomról alkotott előzetes ismereteik is azonosak voltak. Így az előzetes ismeretek kevésbé befolyásolták teljesítményüket.



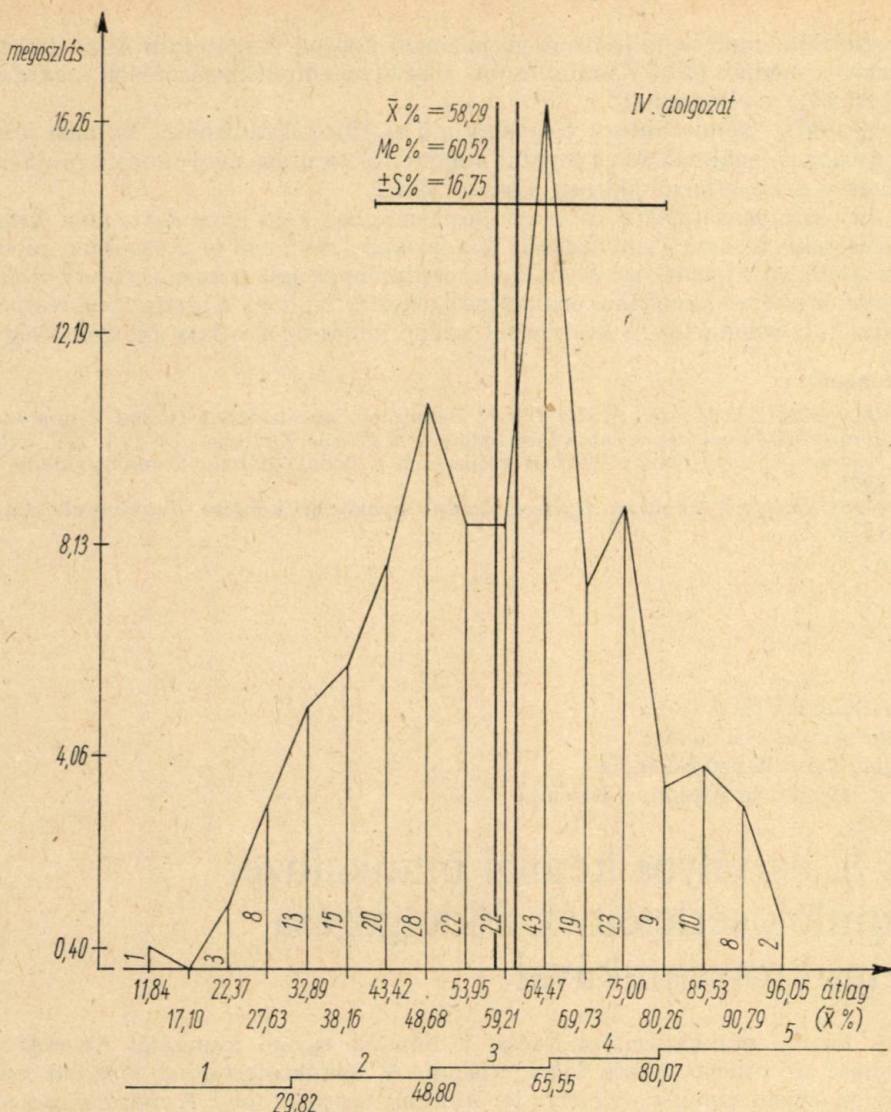
A harmadik témakörrel készített dolgozat hisztogramja balról gyengén asszimmetrikus a medián és a számtani átlagérték előző két dolgozathoz viszonyítva szignifikánsan csökken, és a szórás értéke nő. A szórás intervallumán belül helyezkedik el a tanulók 60%-a.

Ezek az eredmények egyértelműen bizonyítják, hogy itt nehézségek voltak. Jelzik azt is, hogy a harmadik dolgozat lényegesen nehezebb volt.

a) Pozitívum a szórás intervallumán belül való tömörülés, amit túlértékelni nem szabad, a szórás intervallumának növekedése miatt,

b) a harmadik dolgozat eredménye arra figyelmeztet, hogy a halmazok szerkezetét és a kötéstípusok témakörét tanulóink nehezebben sajátították el. Ez a témakör még számos metodikai problémát rejt,

c) a konstruktív kérdések száma a dolgozatban igen sok volt.



A negyedik dolgozat magába foglalja a kémiai reakciók témakörét, de felméri az egész év anyagát is. Hisztogramja megközelítően szimmetrikus. A dolgozat hisztogramjának maximuma az előző dolgozathoz viszonyítva jobbra fordul.

A számtani átlagértéke (58,2%) és a medián (60,5%) az előző dolgozatokhoz viszonyítva szignifikánsan csökken. Ez az eredmény az év reális teljesítménye. Az empirikus szórás (16,7%) intervallumának csökkenése pozitívum továbbá, hogy az intervallumon belül már a tanulók 64%-a található meg.

Összegezés

A medián és a számtani átlagok változásának, illetve csökkenésének, valamint az empirikus szórás és relatív szórások változásainak ellenére mérési eredményeink arra engednek következtetni, hogy csoport és egyéni teljesítmények

megfelelők, mert a teljesítményt jellemző adatok a számtani átlag (58,2%), illetve a medián (60,5%) minimuma, illetve az empirikus szórások maximuma ($\pm 20,7\%$) is elfogadható.

A kísérleti kémiatanterv véleményünk szerint jól tanítható. Ez nem jelenti, hogy egyes fogalmak vagy fogalmi rendszerek tanítása nem okozott problémát. (Ezekre a következő cikkben visszatérünk.)

Az osztályzatoknak a csoportteljesítményhez való igazítását, más tantervi kísérletekben, nem standardizált feladatlapok esetében is javasoljuk, mert az átszámításkor jelentkező rendellenes eredmények jelzik az elkövetett hibákat, ilyenkor eltérve a szokásos értékeléstől elkerüljük, hogy a kísérletben résztvevő tanulóink érdemjegye a kísérletből adódó nehézségek miatt gyengébb legyen.

Irodalom

1. Dr. Szűcs László—Dr. Sárk Tibor: Beszámoló az általános iskolai kémiaoktatás korszerűsítésével kapcsolatos kísérletekről. A Kémia Tanítása, 1976. 3. XV. évf.
2. Ágoston—Nagy—Orosz: Méréses módszerek a pedagógiában. Tankönyvkiadó, Bp. 1971.
3. Nagy József: A témazáró tudásszintmérés gyakorlati kérdése. Tankönyvkiadó, Bp. 1972.

VARGA ATTILA

gyakorló iskolai tanár,

Eger, Tanárképző Főiskola

4. sz. Gyakorló Általános Iskolája

A 8. osztályos kémiai munkafüzet tanulókísérleteinek feldolgozása félmikrotechnikával

A kémiai munkafüzet nagyrészt a tanulók egyéni munkáját hivatott biztosítani az ismeretszerzés folyamatában. A félmikrotechnikai kísérleti eszközök az egyéni tanulókísérletezés lehetőségeit teremtik meg. A munkafüzet megjelenését követően tehát szinte önkéntelenül adódott a lehetőség a tanulókísérleti órákra készült munkalapok és a félmikrotechnikával történő tanulókísérletezés együttes alkalmazására. Papírtakarékossági okból is indokolt volt, hogy ne készítsünk külön munkalapokat a félmikrotechnikához.

Mivel egyéni munkaütemre csak programozott feladatlapok adnak lehetőséget, kérdéses volt, hogy a munkafüzet feladatlapjait alkalmazva, a szükséges tanári irányítás mellett, kellő eredménnyel tudjuk-e feldolgozni a tanulókísérleti órák anyagait? A gyengébb képességű és gyengébb kezűgyességgel rendelkező tanulók mennyire képesek önállóan együtt dolgozni az osztály többi tanulóival? Továbbá kérdéses volt, mennyire lehetséges eredményesen félmikrotechnikára „átültetni” a munkafüzetben leírt kísérleteket?

A három párhuzamos 8. osztályunk közül kettőben dolgoztak félmikrotechnikával, egy osztályban a hagyományos kísérleti eszközökkel, így bizonyos összehasonlításra lehetőségünk nyílt.

A félmikrotechnikára tervezett órák előkészítése csak annyiban tért el a hagyományostól, hogy itt minden tanulónak kikészítettük a kísérletekhez szükséges eszközöket, anyagokat. Az eszközök és vegyszerek kiszerezése 22 tanuló számára 11 tálcan történt. (A félmikrotechnikához házilag készített kisméretű tálcákat használunk, melyen beépített félmikro-kémcsőállvány is van.) Egy tálcára 2 tanuló felszerelése került. Ezekben az osztályokban a tanulók a tanulóasztaloknál párosával foglaltak helyet. A párok év elején úgy lettek kialakítva, hogy egy jobb képességű és egy gyengébb képességű tanuló került egymás mellé. Egyéni kísérletezés folyt, de a párok a tanulókísérleti és az ehhez kapcsolódó elméleti feladatok elvégzésében, ha szükségét látták, segíthettek egymásnak. E módszer hatásosnak bizonyult, mert a kevésbé ügyes és gyengébb tanulók is általában el tudták végezni feladataikat a kiszabott időn belül.

Az ilyen órák didaktikai felépítése semmiben sem tért el a tanulókísérleti óráknál már megszokott elvektől. A különbség „kívülről” csupán abban látszott, hogy nem a hagyományos eszközöket használták, és minden tanuló egyénileg végezte a kísérleteket. Mégis e kis különbség óriási pedagógiai haszonnal járt, hiszen sikerélményt nyújtott a tanulóknak, és egyéni tapasztalatszerzés útján juthattak el az új ismeretek birtokába. Nem szabad azonban említés nélkül hagyni azt az anyagi hasznót sem, amit a vegyszerek megtakarítása révén érünk el, ha félmikrotechnikával dolgozunk!

A kísérletek kivitelezéséről szerzett tapasztalataimat az alábbiakban összegezhetem:

(A kísérletek részletes leírását mellőztem, elegendőnek tartottam a munkafüzetre való hivatkozást.)

A munkafüzet 6 tanulókísérleti órát ír le összesen 12 kísérlettel. Ezekből 9 egyszerű kémcsöves kísérlet, tehát különleges félmikrotechnikai felszereltséget nem igényel.

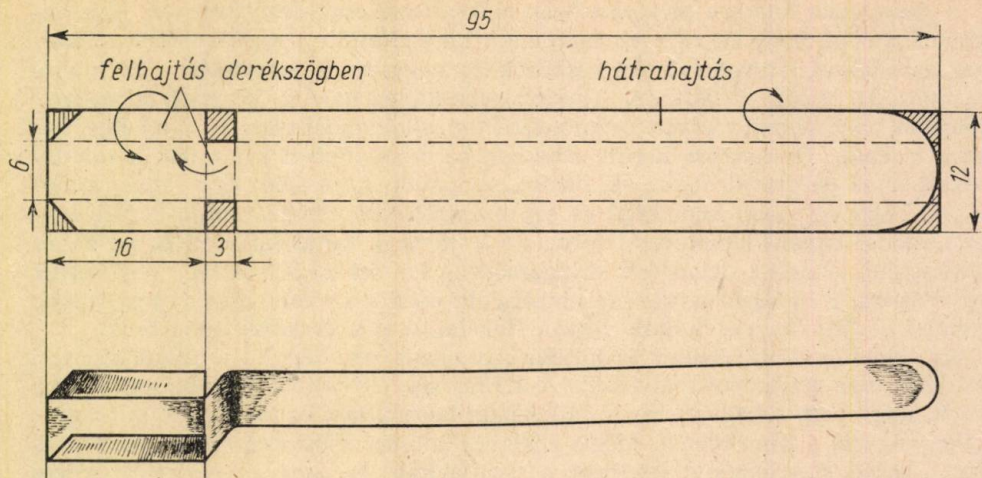
Egy kísérlet kivételével, melyre később visszatérek, mindegyik elvégezhető félmikrotechnikával a munkafüzetben ismertetett módon. Ennek ellenére, különösen kezdetben, a kísérletek leírását szükséges a tanárnak szóban kiegészíteni részletes utasításokkal, mivel az eszközök mérete más, és a technikai kivitelezés többé-kevésbé eltérhet a hagyományostól. Pl.: félmikrokémcsövekbe az oldószert műanyagsapkás cseppentőcsővel visszük be, oldatot is hasonlóan veszünk ki a kémcsőből. Nem véletlenül említtem ezt a példát, hiszen a legtöbb kísérlet oldással kapcsolatos.

A munkafüzet 8. oldalán leírt 1. sz. kísérletet (a kalcium égetését) akkor tudják a tanulók minden esetben sikeresen elvégezni, ha előkészítéskor a fényesre csiszolt kalciumdarabkát vékony lemezzé kalapáljuk. Az égő kalcium alá bal kézzel félmikro-égetőkanalat tartanak a tanulók az esetleg leeső égéstermék felfogására! Az égésterméket a következő kísérlethez használják fel.

A félmikrotechnikához kisebb szemcsenagyságú anyagokat használjunk! Ezzel biztosíthatjuk a jobb oldódást, a tökéletesebb gázfejlődést, egyszerűen a kísérlet meggyőzőbb vagy sikeresebb kivitelezését.

A szilárd anyagok betöltéséhez, az elszóródás elkerülése végett, speciális, kisméretű kanálra lenne szükség, mely alkalmazkodik a kémcső szűk keresztmetszetéhez. Ilyet feltehetően nálunk a kereskedelemben nem forgalmaznak, mert a taneszközjegyzékben sem található. Félmikro-vegyszereskanalat gyakorlati foglalkozáson készítettünk a gyerekekkel alumínium lemezből, melynek méreteit az 1. ábra mutatja be.

Ezzel a kanállal biztonságosan adagolhatók mindazok az anyagok, amelyek az alumíniumot nem támadják meg.



1. ábra. 0,5 mm-es alumínium lemezből készíthető félmikro-vegyszereskanál
(az adatok mm-t jelentenek)

A félmikrotechnikai kivitelezésnél a legtöbb problémát a fejlődő gázok kimutatása okozta. Itt két hibalehetőséggel találkoztunk:

1. Túl sok anyagot adagolt a tanuló, és a nagy gázfejlődés következtében létrejött „felhabzás” lehetetlenné tette a gáz kimutatását, pl. a hidrogén meggyújtását.

2. Túl kevés vagy nem megfelelően tiszta anyagot használt a tanuló (pl.: nem lett alaposan letisztítva a kalciumdarabka felülete), s emiatt oly kevés gáz fejlődött, hogy nem lehetett kimutatni.

Szükséges tehát a használandó anyagok minőségének és mennyiségének körültekintő megválasztása. Itt különösen fontos a tanár irányító szerepe. Még optimális anyagmennyiség mellett is előfordult, hogy a gáz nem volt jelen kimutatható mennyiségben. Ez a félmikrokémcsövek kis belméretéből adódhat. Ezért, hogy „töményebb” gázt kapjunk, a kémcsövek nyílását kis fémlemezkevel (kb. $2 \times 1,5$ cm-es) fedtük, amit közvetlenül a meggyújtás vagy más vizsgálódás előtt vettünk le a kémcsőről. Így, ha a többi feltétel is optimálisan biztosítva volt, a gázok kimutatása sikerült.

Oldatok lakmusszal történő kémhatás vizsgálatánál a kereskedelembe kapható lakmuszpapírnak csak a negyedrészt használtuk (ollóval hosszában és keresztben elvágtuk), melyet vékony csipesszel helyeztünk a kémcsőben levő oldatba. Ha egész lakmuszpapírt használunk, akkor az oldatot kell cseppentőcsővel az indikátorra vinni. Ez utóbbi eljárás nem olyan gazdaságos a lakmuszpapír felhasználása szempontjából.

A kristályos rézgálic hevítését nagy körültekintéssel és óvatosan kell végezni, mert a kémcső könnyen eltörhet! Ilyenkor a kémcsövet ajánlatos kémcsőfogóval félmikroállványon rögzíteni.

A munkafüzet 15. oldalán leírt 1. sz. kísérlet a rajzban bemutatott módon félmikrotechnikával a tanulók többségénél nem sikerült, mert a félmikro gázfejlesztő készülékünkkel nem tudtak annyi szén-dioxid-gázt előállítani, hogy a felfogó pohárban kimutatásra alkalmas mennyiségben összegyűljön. Mivel így bizonytalan a kísérlet sikeressége, célszerű egyszerű kémcsöves kísérletként elvégezni a feladatot. A habzás elkerülése végett inkább aprószemcsés darabos mészkövet használunk a mészköpor helyett!

A tapasztalatokat egybevetve és az év végére elért eredményeket tekintve úgy érzem, a félmikrotechnikát általános iskolában az itt ismertetett módon is eredményesen alkalmazhatjuk.

Irodalom

1. Dr. Pataki László—dr. Hutter Anna: Félmikrokémiai kísérletek. Tankönyvkiadó, Budapest, 1974.
2. Dr. Sárík Tibor: KÉMIAI MUNKAFÜZET az általános iskola 8. osztálya számára. Tankönyvkiadó, Budapest, 1975.
3. UTMUTATÓ a kémiai félmikro tanulókísérletekhez, tanszerismertető, TANÉRT, 1973.
4. FELADATLAPOK a kémiai félmikro tanulókísérletekhez (általános iskola 7. osztály), TANÉRT, 1973.
5. FELADATLAPOK a kémiai félmikro tanulókísérletekhez (általános iskola 8. osztály), TANÉRT, 1973.
6. TANESZKÖZ ÁRJEGYZÉK 1976, TANÉRT.

kémiai fejtörő



Feladatok

1. 10 g szilárd kálium-szulfát (K_2SO_4) előállításához 100 ml 2 mól/liter koncentrációjú, 1,094 g/ml fajsúlyú káliumhidroxid-oldatot közömbösítettünk 2 mól/liter koncentrációjú, 1,123 g/ml fajsúlyú kénsav-oldattal. Mennyi vizet kell elpárologtatni a képződő oldatból 20 °C-on, hogy a kívánt káliumszulfát mennyiséget megkapjuk, ha ezen a hőmérsékleten 100 g víz 11,11 g-ot old ebből a sóból?
2. Mekkora a szilárd cink-klorid képződési hője? A megoldáshoz a következők ismertek:
Ha a cink oldódik sósav-oldatban, 34,2 kcal hő szabadul fel mólonként.
Ha gázalmazállapotú hidrogén egyesül gázalmazállapotú klórral és ebből azonnal vizes sósav-oldat készül, minden keletkező és vízben oldódó HCl mólnyi sósavval 39,4 kcal hő szabadul fel.
A cink-klorid (vízmentes cink-klorid) oldáshője — 15,6 kcal/mól.
3. Telített kálium-klorát-oldatot elektrolizálunk platina elektródok között kálium-perklorát előállítására céljából. Az anódon egyidejűleg két reakció játszódik le:
 $ClO_3^- + H_2O = ClO_4^- + 2 H^+ + 2e^-$,
 $4 OH^- = 2 H_2O + O_2 + 4 e^-$.
Az áramerősség 2,0 amper. Az áthaladt töltés 75%-a a klorát oxidációjára használódik, 25%-ának hatására pedig oxigén fejlődik. Hány gramm perklorát-ion keletkezik és hány ml normál állapotú oxigéngáz fejlődik egy órai elektrolízis alatt?

4. Egy oldat nátrium-bromidot és nátrium-kloridot tartalmaz azonos súly% koncentrációban. Az oldat 1 kg-ja 1 liter 8 súly%-os 1,07 g/ml fajsúlyú ezüst-nitrát oldattal reagál. Határozzuk meg az oldatban a két só koncentrációját súly%-ban!
 $(M_{\text{NaCl}} = 58,5; M_{\text{NaBr}} = 103; M_{\text{AgNO}_3} = 170)$

A feladatok megoldását 1977. március 30-ig kérjük beküldeni az alábbi címre:

ORSZÁGOS PEDAGÓGIAI INTÉZET

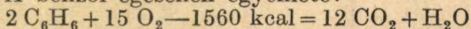
Természettudományi Osztály

„Kémiai Fejtörő”

1406 Budapest, VII. Gorkij fasor 17—21.

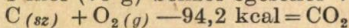
Az 1976/3. szám feladatainak megoldásai

1. A benzol égésének egyenlete:



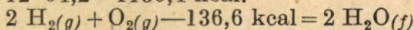
1 g benzol égésekor 10,0 kcal hő szabadul fel

1 mól (78 g) benzol égésekor 780,0 kcal hő szabadul fel.



A benzol égésének egyenletében ennek a mennyiségnek a 12-szereséről van szó:

$$12 \cdot 94,2 = 1130,4 \text{ kcal.}$$



Ennek a mennyiségnek 3-szorosa szerepel a benzol égésének egyenletében:

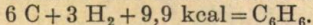
$$3 \cdot 136,6 = 409,8 \text{ kcal}$$

$$\text{Összesen: } 1130,4 + 409,8 = 1540,2 \text{ kcal.}$$

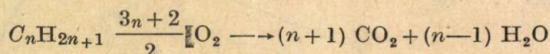
A benzol égésekor figyelembe kell venni azt is, hogy a benzol bomlása is hőtermeléssel jár:

$1560,0 - 1540,2 = 19,8 \text{ kcal.}$ Ennyi hő szabadul fel két mól benzol bomlásakor, egy mól esetében tehát 9,9 kcal hőmennyiséggel kell számolni. A képződéshő a bomlás-hővel azonos nagyságú, de ellentétes előjelű.

Tehát 1 mól benzol elemeiből való képződéséhez 9,9 kcal hőt kell befektetni:



2. Az aldehid égésének egyenlete:

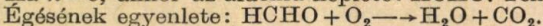


Ha az égéstermék 50%-a CO_2 és 50%-a H_2O , akkor a két anyag móltérfogata is egyenlő. Az égés egyenlete alapján felírható a következő egyenlőség:

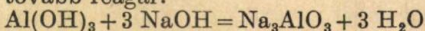
$$\frac{3n+2}{2} = 1$$

$$n = 0$$

Ha $n = 0$, akkor az aldehid képlete: HCHO . Tehát a kérdéses aldehid a *formaldehid*.



3. A csapadékot teljes egészében a $\text{Mg}(\text{OH})_2$ alkotja, mert az $\text{Al}(\text{OH})_3$ a NaOH -dal tovább reagál:

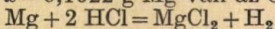


$$M_{\text{Mg}(\text{OH})_2} = 58$$

$$58 \text{ g } \text{Mg}(\text{OH})_2\text{-ban van } 24 \text{ g Mg}$$

$$0,247 \text{ g } \text{Mg}(\text{OH})_2\text{-ban van } x$$

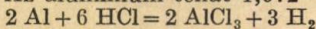
$$x = 0,1022 \text{ g Mg van az ötvözetben}$$



$$24 \text{ g Mg } 24 \text{ liter } \text{H}_2 \text{ gázt fejleszt}$$

$$0,1022 \text{ g Mg } 0,1022 \text{ liter } \text{H}_2 \text{ gázt fejleszt}$$

$$\text{Az alumínium tehát } 1,072 - 0,1022 = 0,9698 \text{ liter } \text{H}_2 \text{ gázt fejleszt.}$$



$$72 \text{ liter } \text{H}_2 \text{ fejlődik } 54 \text{ g alumínium hatására}$$

$$0,9698 \text{ liter fejlődik } y \text{ g alumínium hatására}$$

$$y = 0,7274 \text{ g Al van az ötvözetben.}$$

$$\text{Az ötvözet tömege: } 0,8296 \text{ g. Ebből } 12,32\% \text{ Mg és } 87,68\% \text{ Al.}$$

4. Az adatokból kiszámítjuk a fém egyenértéksúlyát:

$$Q = I \cdot t = 8964 \text{ C}$$

Faraday törvénye szerint 96 500 C töltés szükséges egy anyag gramm-egyenérték-súlynyi mennyiségének kiválasztásához:

8964 C töltésmennyiség 5,87 g fémet választ ki
 96500 C töltésmennyiség E g fémet választ ki

$E = 63,19$ g a kiváló fém egyenértéksúlynyi mennyisége.

Az anódon fejlődő gáz térfogata normál állapotban:

$$V_0 = \frac{p_1 V_1}{p_0} = 501,8 \text{ ml} = 0,5013 \text{ liter}$$

5,87 g fémhez 0,5013 liter gáz tartozik

63,19 g fémhez x liter gáz tartozik

$$x = 5,396 \text{ liter.}$$

Ez a mennyiség a normál állapotú gáztérfogat (22,41 l) kb. negyedrésze.

Felfogható egy kétvegyértékű, kétatomos gáz egyenértéksúlynyi mennyisége térfogatának. A gáz feltehetően az *oxigén*.

A fém lehet:

- 1 vegyértékű; ekkor $A = 63,19$ és a fém a *réz*
- 2 vegyértékű; ekkor $A = 2 \cdot 63,19$, ami a *tellúr* atomsúlyának felel meg.
- 3 vegyértékű; ekkor $A = 3 \cdot 63,19$, ami az *ozmium* atomsúlyának felel meg.

Az 1976/3. szám feladatait helyesen oldották meg:

Balassagyarmat, Balassi B. Gimnázium: Gondos Ágota, Lantos András, Miklsik Márta, Tóth Márta

Békéscsaba, Rózsa Ferenc Gimnázium: Gálik György, Guba Gizella, Koczika Gabriella, Szoszenyák Edit, Oszlós Edit

Budapest, Mórész Zs. Gimnázium: Lovrecz György

Fazekas Mihály Gimnázium: Gyökér Zsolt

Veres Pálné Gimnázium: Romány Anna, Szabó Béla, Turányi Tamás, Boyta Péter
 Irinyi János Vegyipari Szakközépiskola: Benyó Sándor, Fehér Viktória, Fejes Gizella, Fogas József, Fülöp Vilmos, Gábor György, Imre János, Klin Károly, Molnár János, Nagy József, Szemak László, Szentpáli Mária, Vadász Tibor, Vajó Lajos

Debrecen, KLTE Gyakorló Iskola: Ágni Zsolt, Czeglédi Zsuzsa, Meckler Ferenc, Szakáll Anna, Tokaji Erika,

Tóth Árpád Gimnázium: Csókai Katalin, Szilágyi Mónika

Eger, Gárdonyi Géza Gimnázium: Domány Sándor, Homonnay Zoltán

Győr, Kazinczy Ferenc Gimnázium: Horváth László, Kapni Béla, Kovács Gyula

Révai Miklós Gimnázium: Jankó Tamás, Koneczos György, László Ibolya, Pávay Olivér, Tóth Klára

Hajdúböszörmény, Boeska J. Gimnázium: Lőrincz Gábor

Jászberény, Lehel Vezér Gimnázium: Kovács Ágnes

Kaposvár, Táncsics Mihály Gimnázium: Dankházi Tibor, Gombos Valéria

Keszthely, Vajda János Gimnázium: Józsa László

Kiskunhalas, Szilágyi Á. Gimnázium: Orsolyák Irén, Sztitás Zsuzsanna

Kisterenyé, Gimnázium: Kaszás Oszkár, Petre István

Miskolc, Földes Ferenc Gimnázium: Hamola Andrea, Hundák Tibor, Tantó Miklós,
 Treit Gusztáv, Zana Erika, Szikora László, Tiszai Attila

Zrínyi Gimnázium: Szakos Éva

Nagykanizsa, Landler Jenő Gimnázium: Bentzik Zsuzsanna, Kunsági Máté Erzsébet

Pécs, Nagy Lajos Gimnázium: Auth Ferenc, Vass János

Siklós, Táncsics Mihály Gimnázium: Farkas Gabriella, Szűcs László

Szekszárd, Garai J. Gimnázium: Pasinszky József

Szolnok, Varga Katalin Gimnázium: Mengyi Erika

Tiszafüred, Kossuth Lajos Gimnázium: Szabó Ibolya

Zalaegerszeg, Ságvári Endre Gimnázium: Császár Attila, Tóth Tamás

Fülek, Gimnázium: Balga László, Németh Róbert, Varga Béla.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Е. Кереш:</i> Водородная связь	2
<i>Д-р Л. Шимон:</i> Методические исследования направлены на модернизацию преподавания химии в Чехословацкой Социалистической Республике	10
<i>Д. Деак:</i> О результате измерения экспериментального учебного плана химии в начальных школах I.	22
<i>А. Варга:</i> Обработка ученических экспериментов находящихся в рабочей тетради химии для 8. классов	28
Химическая головоломка	31

INHALT

<i>Kőrös, Endre:</i> Die Wasserstoffbindung	2
<i>Dr. Simon, László:</i> Auf die Modernisierung des Chemieunterrichts gerichtete methodische Forschungen in der Tschechoslovakischen Soz. Republik	10
<i>Deák, György:</i> Über die chemischen Messungsergebnisse des Lehrplansversuches in den Grundschulen	22
<i>Varga, Attila:</i> Die Halbmikrotechnische Aufarbeitung der Schülerversuche des Chemie-Arbeitsheftes in der 8. Klasse	28
Chemierätsel	31

CONTENTS

<i>E. Kőrös:</i> Hydrogen bond	2
<i>Dr. L. Simon:</i> Methodical researches for modernizing chemistry teaching in the SOCIALIST REPUBLIC OF CZECHOSLOVAKIA	10
<i>Gy. Deák:</i> On test results of experimental chemistry curriculum in elementary schools	22
<i>A. Varga:</i> Elaborating pupils' experiments of chemistry work-diary for the 8. forms (age 14) using semimicrotechnics	28
Chemical puzzle	31



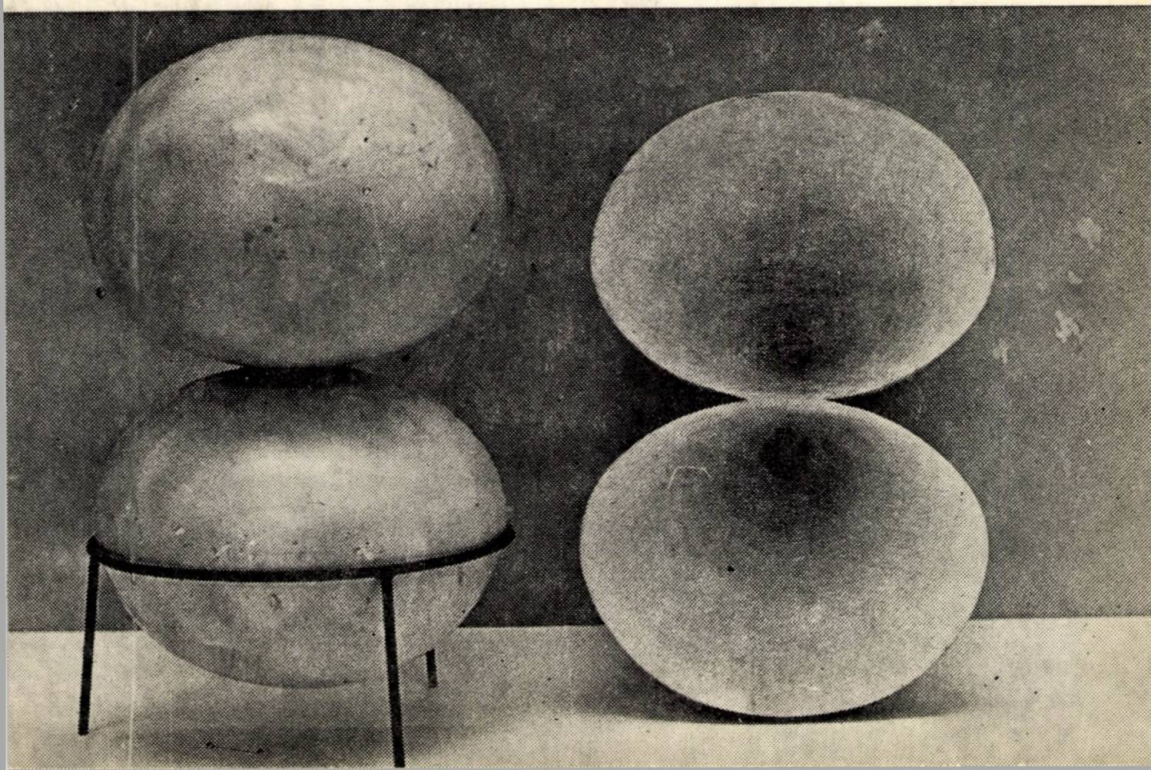
A KÉMIA TANÍTÁSA

1977

2

XVI. ÉVF.

Az Oktatási Minisztérium módszertani folyóirata



A KÉMIA TANÍTÁSA

AZ OKTATÁSI
MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA

SZERKESZTŐ:

DR. BALÁZS LÓRÁNT

Szerkeszti:

A SZERKESZTŐ BÍOTTSÁG

Szerkesztőség:

1406 Budapest VII., Gorkij fasor 17. Országos Pedagógiai Intézet Kémiai Tan-
széke. Telefon: 228-238, 228-203, 229-275,
228-609, 228-823. — Kiadja a Tankönyv-
kiadó, 1363 Budapest V., Szalay utca
10-14. — A Kiadásért felelős a Tan-
könyvkiadó igazgatója. — Terjeszti a
Magyar Posta. Előfizethető bármely
postahivatalnál, a kézbesítőknél, a
Posta hírlapüzleteiben és a Posta Köz-
ponti Hírlap Irodánál (KHI, Budapest
V., József nádor tér 1., telefon: 180-850.
postacím: 1900 Budapest) közvetlenül
vagy postautalványon, valamint át-
utalással a KHI 215-96 162 pénzforgal-
mi jelzőszámra. Előfizetési díj egy
évre: 14,- Ft.

7706 — Révai Nyomda. Budapest
F. v.: Bede István

ISSN 0451-6419

Megjelenik évente négyszer

Kérjük a Kartársakat, hogy
közlésre szánt cikkeiket gé-
pelve, két példányban küld-
jék meg a szerkesztőség
fenti címére. — A papír-
lapnak csak egyik oldalára,
kettes sortávolsággal ír-
janak. Egy-egy oldalra 30
sort gépeljenek. A sor hosz-
sza 66 betűhely. A cikkek
terjedelme legfeljebb 4-5
gépelte oldal lehet. A rajzo-
kat, táblázatokat külön la-
pon, megfelelő ábraszöveg-
gel (aláírással) ellátva küld-
jék be.

Szerkesztőség

A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

Hinora Sándorné, Kovács László, dr. Körner Miklós-
né, Michalovszky Csabáné, dr. Pataki László, dr.
Rácz Fodor Benő, dr. Rozgonyi Jánosné, Sári
Béla, dr. Szűcs László

TARTALOM

Dr. Török Ferenc: Az atomok elektron- szerkezetéről a középfokúnál magasabb szinten	33
Dr. Kőrös Endre: Az atomsugárrol	39
Dr. Balázs Lóránt: A redoxi-reakciók ta- nítása	43
Z. Orbán Erzsébet: Az új gimnáziumi tan- terv második osztályos anyagáról	47
Deák-Pápai-Gömör: Beszámoló az ál- talános iskolai kémia tantervi kísérlet mérési eredményeiről II.	54
Máté Jánosné: Kémia tanárok továbbkép- zése Romániában	58
Dr. Hronszky Imre: Kémiai tanulmányi verseny 1835-ben	59
Michalovszky Csabáné: A szakközépiskolák párhuzamos közismereti kémiatanköny- véről	61
Folyóiratszema	62
Kémiai fejtor	63

TÖRÖK FERENC
egyetemi tanár, ELTE

Az atomok elektronszerkezetéről a középfokúnál magasabb szinten

Azokban a könyvekben, cikkekben, amelyek a kvantumkémia eredményeit kvalitatíve ismertetik, gyakran találkozunk ellentmondásokkal, elvi hibákkal. Ez elkedvetleníti azokat, akik arra törekszenek, hogy ezen a gyorsan fejlődő tudományterületen szilárd alapokat szerezzenek. Ebben a cikkben arra törekszünk, hogy az atomok elektronszerkezetének legfontosabb törvényszerűségeit világosan fogalmazzuk meg. Olyan összefüggésekre is ki kell térnünk, amelyek nem tárgyai a középfokú oktatásnak, de fontosak a kellő áttekintés szempontjából. Nem részletezünk azonban olyan problémákat, amelyek az új gimnáziumi tankönyvből vagy a Kémia tanítása lapból már ismertek [1], [2]. Az állításaink bizonyításától el kell tekintenünk, ezek megtalálhatók például a Kapuy-Török: Az atomok és molekulák kvantumelmélete című könyvben (Akadémiai Kiadó, 1975.). Miután vázoltuk a tudomány jelenlegi állásával egyező képet, rámutatunk azokra a leggyakoribb hibákra, amelyek olykor nyomtatásban is megjelennek.

A kvantummechanika alapelvei szerint, ha egyelőre az egyszerűség kedvéért, az elektronok spinjétől eltekintünk, az N elektront tartalmazó szabad atomnak létezik ún. állapotfüggvénye, amely az elektronok $x_1, y_1, z_1, \dots, x_N, y_N, z_N$ helykoordinátáitól függ:

$$\psi(x_1, y_1, z_1, \dots, x_N, y_N, z_N). \quad (1)$$

Ezt az állapotfüggvényt egy igen bonyolult parciális differenciálegyenletnek, a *Schrödinger*-egyenletnek a megoldásával kapjuk meg. ψ -nek ismeretében kiszámíthatjuk az atom elektronszerkezetével kapcsolatos összes mérhető fizikai mennyiséget. Így megkapjuk az atom összes energiáját, amelyet E -vel fogunk jelölni. Ez annak az energiának a -1 -szerese, amely kell ahhoz, hogy az atom elektronjait egymástól és az atommagtól oly messzire távolítsuk el, hogy köztük számottevő kölcsönhatás már nem lép fel. ψ -nek fontos tulajdonsága ezen kívül, hogy

$$|\psi(x_1, y_1, z_1, \dots, x_N, y_N, z_N)|^2 dx_1 dy_1 dz_1 \dots dx_N dy_N dz_N \quad (2)$$

annak a valószínűsége, hogy lesz egy olyan elektron, amelynek koordinátái x_1 és $x_1 + dx_1$, y_1 és $y_1 + dy_1$, z_1 és $z_1 + dz_1$, egy másik, amelyéi x_2 és $x_2 + dx_2$, y_2 és $y_2 + dy_2$, z_2 és $z_2 + dz_2$ stb. közé eső értéket vesz fel. Tehát arról a valószínűségről van szó, amely megmondja, hogy az $x_1 y_1 z_1, \dots, x_N y_N z_N$ pontok kis környezetében egy-egy elektron előfordulására milyen mértékben számíthatunk.

Már utaltunk a *Schrödinger*-egyenlet bonyolultságára. Ma már ismerünk olyan eljárásokat, amelyekkel az egzakt állapotfüggvényt igen jól megközelít-

hetjük. A leggyakrabban alkalmazott közelítésben a ψ függvényt ún. egyelektronfüggvényekből építik fel:

$$\psi = f(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_N), \quad (3)$$

ahol az i -edik egyelektronfüggvény csak az i -edik pályán levő elektron koordinátáitól függ, azaz $\varphi_i = \varphi_i(x_i, y_i, z_i)$. A (3) egyenlőség tehát azt jelenti, hogy az atom ψ állapotfüggvénye az egyelektronfüggvényeknek valamilyen, itt nem ismertett f függvénye. A leggyakrabban használt és jó közelítést biztosító Hartree-Fock módszerben az egyelektronfüggvények az n főkvantumszámtól, az l mellékkvantumszámtól és az m mágneses kvantumszámtól függenek. Ezek lehetséges értékeit jól ismerjük.

Az egyelektronfüggvények, amelyeket atompályafüggvényeknek is neveznek, fizikai értelmezése annyiban hasonló az állapotfüggvényhez, hogy

$$|\varphi_i(x_i, y_i, z_i)|^2 dx_i dy_i dz_i \quad (4)$$

annak a valószínűsége, hogy az i -edik pályán levő elektron koordinátái x_i és $x_i + dx_i$, y_i és $y_i + dy_i$, z_i és $z_i + dz_i$ közé essenek. Amikor a *Hartree-Fock* módszerrel az atompályafüggvényeket megkapjuk, a pályae energiákat is kiszámítjuk. Amint ismert, az $E_{n,l}$ pályae energia annak az energiának -1 -szerese, amely szükséges ahhoz, hogy az i -edik pályán levő elektront az atomból eltávolítsuk.

Eddig az elektron spinjét figyelmen kívül hagytuk. Amint ismeretes, a spinre például az atom mágneses térben való viselkedéséből következtethetünk. Az atom elektronjainak mozgásából mágneses nyomaték keletkezik, amely arányos az elektron impulzusnyomatékával. A kísérletekből kiderült, hogy az elektronnak a pályamozgásból eredőn kívül más mágneses nyomatéka is van, amelyről, ha feltesszük, hogy az az elektron saját- vagy általánosabban elfogadott elnevezés szerint: spin-impulzusnyomatékával arányos, a kísérleti eredményekkel összhangba kerülünk. A *Pauli*-elvből az következik, hogy az n, l, m_l kvantumszámokkal jellemzett pályán legfeljebb két ellentett spinű elektron lehet, az egyiknél az m_s spinkvantumszám $1/2$, a másiknál $-1/2$. Az egyelektronfüggvényeket ki kell egészítenünk a spinre vonatkozó információval:

$$u_{n,l,m_l,1/2} = \varphi_{n,l,m_l} \alpha \quad (5)$$

$$u_{n,l,m_l,-1/2} = \varphi_{n,l,m_l} \beta$$

ahol α és β az $m_s = 1/2$, illetve $m_s = -1/2$ -höz tartozó spinfüggvény. Az (5) egyelektron ún. spin-pálya függvények tehát négy kvantumszámtól függenek:

$$u_{n,l,m_l,m_s}$$

Visszatérve a pályae energiákhoz, azoknak két fontos tulajdonságát hangsúlyozzuk:

1) Az $E_{n,l}$ pályae energiák csak a fő- és a mellékkvantumszámtól függenek, függetlenek tehát az m_l és az m_s értékétől. A *Pauli*-elvet figyelembe véve adott n_l és l_i esetén $2(2l_i + 1)$ spin-pálya függvény lehet n_i fő- és l_i mellékkvantumszámmal. Ezeken a pályákon levő elektronoknak tehát ugyanaz a pályae energiája. Azt mondjuk, hogy az $E_{n,l}$ energiaszint $2(2l_i + 1)$ -szer degenerált, és ez a $2(2l_i + 1)$ számú azonos pályae energiájú elektron egy n_i és l_i kvantumszámokkal jellemzett alhéjhoz tartozik. 2) Az atom összes energiája (kivéve a H-atomot) nem egyenlő a pályae energiák összegével. Tehát, ha pl. $2N$ elektron van ellentétes spinrel N számú atompályán, akkor

$$E \neq 2 \sum_{i=1}^N E_{n_i l_i}$$

Ezt könnyen megérthetjük a He-atom esetében. A He összes energiáját két lépésben kaphatjuk meg:

a) Először egyik elektrontól távolítjuk el, majd
b) a visszamaradó He^+ -ból eltávolítjuk a második elektront. Az eltávolítás-hoz szükséges energiákat összegezzük és -1 -gyel szorozzuk. Világos, hogy az a) lépés energiája a He 1s pályájának pályae energiájával egyenlő, de a b) lépése nagyobb, mert itt egyszer pozitív töltésű ionból kell az elektront leszakítani. Az a) és b) lépés energiája csak akkor lenne azonos, ha az elektronok közti taszítás elhanyagolható lenne.

Ha a spint figyelembe vesszük, akkor az atom állapotfüggvénye is függ a spintől:

$$\psi = f(u_{n_1 l_1 m_1 m_{s1}} \dots, u_{n_N l_N m_N m_{sN}}). \quad (6)$$

Ennek következtében az E összes energia függ a spintől. Azt már láttuk, hogy az $E_{n_i l_i}$ pályae energiák a fő- és mellékkvantumszámtól függenek. Felmerül, hogy az E összes energia mitől függ. Bebizonyítható, hogy az E energiaszinteket két kvantumszám az L és S jellemzi. Ezeket eredő impulzusnyomaték, illetve eredő spin-impulzusnyomaték kvantumszámnak nevezzük. L lehetséges értékeit az elfoglalt pályák l_i kvantumszámából, S lehetséges értékeit pedig az m_{s_i} kvantumszámok értékeiből lehet meghatározni sokszor meglehetősen bonyolult úton. L értékét, hasonlóan mint l -ét, betűkkel jelöljük:

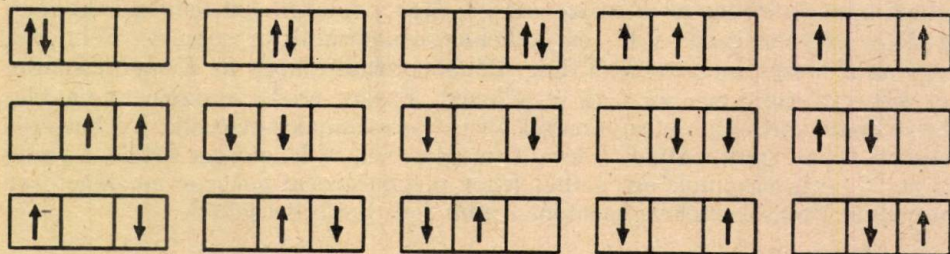
$$\begin{array}{cccccccc} L=0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & \dots \\ & S & P & D & F & G & H \dots \end{array}$$

S helyett az energiaszint multiplicitását: $r=2S+1$ -et szokták feltüntetni az L értékét jellemző betű bal felső indexeként. Például 2P jele annak az energiaszintnek, más néven termnek, amelynél $S=1/2$, $L=1$. Bebizonyítható, hogy az L , S kvantumszámokkal leírt energiaszint degeneráltsága: $(2L+1)(2S+1)$, vagyis ennyi számú állapotfüggvényhez ugyanaz az $E(L, S)$ energia tartozik.

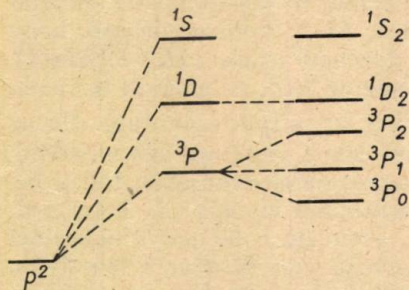
Hangsúlyoztuk, hogy az $E_{n_i l_i}$ pályae energiákat ki tudjuk számítani. Ha az atom összes energiájáról nem beszélünk, kénytelenek vagyunk azt mondani, hogy az elektronok a pályákat növekvő pályae energia sorrendjében töltik be. Valójában ez nem mindig igaz. Pontos számításokból kitűnik pl., hogy a d-mezőben levő Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, esetében a 3d pálya energiája kisebb, mint a 4s-é, hely is lenne a 3d pályán, mégis van elektron a 4s pályán. Ez arra mutat, hogy nem a pályae energia alakulása fontos, hanem az összes energiáé. Az összes energia szempontjából kedvezőbb, ha az elektronok egy része a 4s pályára kerül.

Ha megadjuk, hogy milyen pályák vannak betöltve, megadjuk az atom elektronkonfigurációját. Pl. C: $1s^2 2s^2 2p^2$, Be: $1s^2 2s^2$. Ha egy alhéjon maximális számú: $2(2l_i+1)$ számú elektron van, akkor azt mondjuk, hogy az alhép zárt, ha pedig az alhéjon levő elektronok száma ennél kevesebb, nyílt alhéjról beszélünk. Ha a konfigurációban minden alhép zárt, akkor zárt konfigurációról beszélünk, ellenkező esetben pedig nyílt konfigurációról. Ez a megkülönböztetés a következők miatt indokolt: Ha zárt konfigurációjú az atom, akkor a konfiguráció az atom egészének állapotát, állapotfüggvényét és energiáját egyértelműen meghatározza. Az atom termje ekkor 1S , a degeneráció foka 1, vagyis egyetlen állapotfüggvény tartozik ehhez az energiaszinthez.

Bonyolultabbak a viszonyok akkor, ha az atom nyílt konfigurációjú. Ennek megvilágítására vizsgáljuk a C-atomot. Ha az elektronszerkezetet négyzetes ábrázolással tüntetjük fel, akkor semmi problémánk nincs az 1s és a 2s-hez tartozó négyzettel, ide két ellentétes spinű elektront helyezünk. Ezért az 1. ábrán az 1s és 2s négyzeteket nem is tüntettük fel, csak p pályának négyzeteit. Ezekbe a két elektront 15-féleképpen tudjuk elhelyezni, ha a *Pauli-elv*vel nem vagyunk ellentétben. Ennek a sokféleségnek tulajdonítható, hogy a C-atom összes energiáját az $1s^2 2s^2 2p^2$ konfiguráció nem határozza meg. Ennek az az oka, hogy a 2p elektronok közti kölcsönhatás különféle lehet. A kvantitatív megfontolások arra vezetnek, hogy a C-atom fenti konfigurációjához három összes energiaszint tartozik: 3P , 1D , 1S -(lásd 2. ábra). Az energiaszintek nagyságára nézve a *Hund-szabályok* érvényesek: 1) A nagyobb multiplicitású állapot (párosítatlan spinek!) energiája kisebb. 2) Az azonos multiplicitású állapotok közül a nagyobb L kvantumszámú állapot energiája kisebb. Ennek megfelelően alakul az energiasorrend a 2. ábrán.



1. ábra. Két p elektronnak a *Pauli-elv* által megengedett elrendezése a p_0 , p_1 , p_{-1} pályákon



2. ábra. A C-atom összes energiájának alakulása

Az atomokban a mag és az elektronok közti vonzáson, az elektronok közti taszításon kívül több más kölcsönhatás is van. Ezek közül legjelentősebb az ún. spin-pálya kölcsönhatás. Ez a pályamozgásból eredő és a spin-impulzusnyomatékból eredő mágneses nyomatékok egymásra kifejtett hatására vezethető vissza. A spin-pálya kölcsönhatás a rendszámnak negyedik, az elektronok közti Coulomb-taszítás pedig a rendszám első hatványával arányos. Ez a magyarázata annak, hogy kis rendszámú elemeknél a spin-pálya kölcsönhatás elhanyagolható, a nagy rendszámú elemeknél pedig a spin-pálya kölcsönhatás felülmúlja az elektronok közti taszítást. Ha a spin-pálya kölcsönhatásra tekintettel vagyunk, akkor a pályaeenergia nemcsak a fő- és mellékkvantumszámától, hanem a spinkvantumszámától is függ. A spin-pálya kölcsönhatás természetesen az atom összes-energiáját is befolyásolja. Egy adott, L és S kvantumszámokkal

jellemzett term $J = L + S, L + S - 1, \dots, |L - S|$ eredő-impulzusnyomaték kvantumszámmal jellemzett szintre hasad fel (lásd a 2. ábrát). Ezért az atom összes energiájának jelölésében J is szerepel mint L -nek megfelelő betű jobb alsó indexe. A spin-pálya kölcsönhatás következtében a C-atom 3P alapállapotának energiája $^3P_2, ^3P_1$ és 3P_0 szintekre hasad fel, amint ezt a 2. ábra mutatja.

Néhány szót az atomok színképéről. Annak, aki legalább ennyit nem tud, ami ebben a rövid leírásban van, nagyon nehéz az atomok színképéről beszélni. Ugyanis a gerjesztéshez szükséges fénykvantum ahhoz kell, hogy az L, S és J kvantumszámokkal jellemzett összes-energiaszintek közt átmenet jöjjön létre. Fontos tudnunk azt, hogy a megengedett átmenetek közben az elektronkonfigurációnak meg kell változnia. Tehát például a C-atom esetében az $1s^2 2s^2 2p^2$ konfigurációhoz tartozó $^3P, ^1D, ^1S$ termek közt nem lehet átmenet. De ha a konfiguráció megváltozik, pl. $1s^2 2s^2 2p 3s$ lesz, akkor ehhez a konfigurációhoz tartozó $^3P, ^1P$ szintekre lehetséges átmenet. Itt nem foglalkozunk más kiválasztási szabályokkal, de azt hangsúlyozzuk, hogy mivel a konfiguráció általában nem határozza meg az atom összes energiáját, a színképet nem lehet csupán a konfiguráció megváltozásával értelmezni, mert a színképben az összes energiában bekövetkező változások tükröződnek.

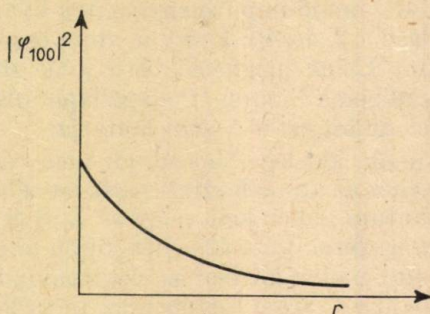
Említettük, hogy az állapotfüggvény megközelítésére eddig leggyakrabban egyelektron spinpályafüggvényeket alkalmaztak. Itt nem lenne helyes elhallgatni, hogy a legjobb közelítést adó számításoknál az atompálya fogalma elhomályosul, annál inkább, minél pontosabbak a számítások. Az atomok, molekulák elektronszerkezetének kvalitatív megértéséhez azonban atompályákra, molekulapályákra feltétlenül szükség van.

Az atomok elektronszerkezetének leírásában a legtöbb értelemzavaró hiba talán onnét ered, hogy a szerzők nem hangsúlyozzák a pályae energiák és az összes energiák közti különbséget. Azt a látszatot keltik, mintha nem tudnák azt, hogy a pályae energiák összege nem egyenlő az összes energiával. Erre vezethető vissza az is, hogy azt akarják velünk elhitetni, hogy az atom konfigurációja az atom állapotát mindig egyértelműen határozza meg.

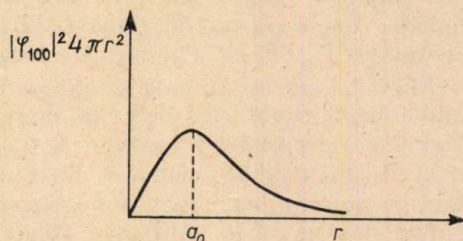
Gyakran okoz gondot az is, hogy egyes szerzők az általánosan elfogadott definíciókkal szemben egyes fogalmakat újra definiálnak. Példa erre, hogy „az atompálya olyan felület”... Az elektron tartózkodási valószínűségéből következik, hogy az atompályát mint térrészt célszerű definiálni.

Gyakran előfordul, hogy egyesek nem tesznek különbséget az elektronsűrűségfüggvénye és radiális sűrűségfüggvénye közt. A 3. ábrán a H-atom $1s$ pályájának $|\varphi_{100}(r)|^2$ sűrűségfüggvényét mutatjuk. (Ismert, hogy az elektronsűrűség csak az atommagtól mért $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ távolságtól függ). Az ábrából kitűnik, hogyha az atommaghoz közelebb eső pont körül veszünk fel ugyanakkora kis $d\tau$ térfogatot, akkor ebben nagyobb valószínűséggel fordul elő az elektron, mint nagyobb r távolságra levő pont körül vett $d\tau$ térfogatban. Eddig ugyanakkora kis $d\tau$ térfogatról beszéltünk. Szokás azonban $d\tau$ -t úgy választani, hogy $d\tau$ legyen az r és $r + dr$ sugarú gömbökkel határolt gömbhéj térfogata: $4\pi r^2 dr$. A $|\varphi_{nlm}|^2 4\pi r^2$ függvényt radiális töltéssűrűség-függvénynek nevezik. A 4. ábrán a H-nak $|\varphi_{00}|^2 4\pi r^2$ radiális töltéssűrűség-függvényét tüntettük fel. Ennek nevezetes tulajdonsága egyrészt, hogy $r=0$ -nál zérust vesz fel, (ugyanis φ_{100} itt véges értéket mutat, $4\pi r^2$ pedig zérus) másrészt $r=a_0$ -nál, ahol a_0 a Bohr-elmélet legkisebb pályájának sugara, maximumot mutat.

Az egész világon zárt héjon azt értik, hogy egy n kvantumszámmal jellemzett héjon levő elektronok száma maximális, azaz $2n^2$. A nemesgázok közül csak



3. ábra. A H-atom $1s$ pályájának elektronsűrűség-függvénye



4. ábra. A H-atom $1s$ pályájának radiális sűrűség-függvénye

a He és a Ne zárt héjú. Ezért nem szabad azt mondani, hogy a nemesgázok zárt héjúak.

Világítóelektronnak nevezték az alkálifématomok legkülső elektronját, mert a színkép egy része jól értelmezhető ennek az elektronnak a gerjesztésével. Vegyértékhéj elektronjainak nevezzük a legkülső héjban levő elektronokat. Ne nevezzük a vegyértékhéj elektronjait világítóelektronoknak! A vegyértékhéj elektronjai fontos fogalom, a világítóelektron nem. Ne vezessünk be feleslegesen új fogalmakat!

Sok problémát okoznak a nyílt konfigurációjú atomok. Nyilvánvaló, hogy a négyzetes ábrázolásnál a négyzetek m kvantumszámának sorrendje közömbös. A *Hund-szabály* szerint alapállapotban az azonos spinű elektronok száma maximális. Ennek az az oka, hogy az azonos spinű részecskék kerülnek egymást töltésüktől függetlenül. Így azonos spinű elektronok esetében ritkábban fordul elő az az energiadús állapot, amikor az elektronok egymás közvetlen közelében vannak. Téves az a nézet, hogy a *Hund-szabály* mágneses kölcsönhatásokra vezethető vissza.

Az atompályák alakját, szimmetriáját az l és m kvantumszámok határozzák meg. Tévedés az, hogy a pálya alakját l , a pálya irányítását az m kvantumszám határozza meg. Egész más a p_0 és a $p_{\pm 1}$ pályák alakja [2] nemcsak irányításban különböznek. A d_{z^2} pálya a többi d pályától messzemenően, nemcsak irányításban különbözik.

IRODALOM

1. Török F.: A kémia tanítása, XIII. 40. 1974.
2. Török F.: A kémia tanítása, XV. 50. 1976.

Zilay Ferencné országos vezető szakfelügyelő Kémia munkafüzet a szakközépiskolák kémiatankönyvéhez című 1976-ban megjelent munkáját 1977. április 6-án a Tankönyvkiadó vezetősége **nívódíjban** részesítette.

A szerzőnek ez úton sok szeretettel gratulálunk és további eredményes jó munkát kívánunk.

Az atomsugárról

Az atomszerkezet tanítása során nem kis problémát okoz az, hogy az atom-sugarakra vonatkozóan a szakirodalomban különböző adatokat és különböző definíciókat is találunk. Az, hogy egységes kép alakulhasson ki a kémiát oktató tanároknak szükségesnek látszik néhány alapvető kérdés tisztázása, és az irodalomban talált adatok összehasonlítása.

Előljáróban meg kell említeni azt az egyáltalán nem megnyugtató ténnyt, hogy az atomsugár elnevezést a szakirodalom nem használja egységesen. Vannak olyan szerzők, akik az atomsugárnak a kovalens sugarat veszik, vannak továbbá olyanok, akik a van der Waals-sugarat tekintik az atomsugárnak. Találkozunk továbbá olyan táblázatokkal is, amelyeknél az atom méretét az elektronhéj sugaraként adják meg, és olyan kifejezésekkel is, hogy nem-poláris atomsugár és „állandó energiájú” atomsugár. Ehhez még hozzájárul az is, hogy egy adott sugártípusra különböző adatok vannak forgalomban és így a tájékozódás igen nehéz.

Ez a rövid közlemény nem vállalkozhat arra, hogy minden problémát egyértelműen megoldjon, de valószínűleg tud tisztázni néhány alapvető kérdést, segítséget nyújtván ezzel a kémiát oktató tanároknak.

A kovalens sugár

Az atomok méretének a megadásánál legtöbb szakkönyv az ún. kovalens sugarat adja meg atomsugárként.

A kovalens sugár megadását az indokolja, hogy az atomok közötti távolságot (a kötéstávolságot) különböző spektroszkópiai módszerekkel (beleértve a mikrohullámú spektroszkópiát), továbbá diffrakciós módszerekkel (röntgen, neutron) igen pontosan meg tudjuk mérni.

A kovalens sugár a molekulában egyszerűen kötött atommagjai közötti távolság fele. Így például a F_2 molekulában az atommagok közötti távolság az egyik irodalmi adat szerint 0,142 nm, tehát a fluor kovalens sugara 0,071-nm.

A gyémántban a szénatommagok közötti távolság 0,154 nm, a szén kovalens sugara tehát 0,077 nm. Nagyon hasonló adatokat kapunk a telített szénhidrogénekben a C—C távolságra, ezek 0,152 és 0,155 nm között változnak. A kovalens sugár tehát ha kismértékben is, de függ attól, hogy a kérdéses atomhoz milyen csoportok kapcsolódnak. Ezt nagyon jól lehet szemléltetni a hidrogén kovalens sugarának a példáján.

A hidrogén kovalens sugara:

H (a H_2 molekulában)	0,038 nm
H (ha a 2. periódus elemeihez kapcsolódik)	0,036 nm
H (ha a 3. periódus elemeihez kapcsolódik)	0,034 nm
H (ha a 4. periódus elemeihez kapcsolódik)	0,033 nm
H (ha az 5. periódus elemeihez kapcsolódik)	0,032 nm

Mindezek a sugarak, amelyekről eddig írtunk, az ún. *egyszeres kötésű kovalens sugarak*.

Az 1. táblázatban a periódusos rendszer második és harmadik periódusának elemeire megadott egyszeres kötésű kovalens sugar értékeket állítottuk össze:

1. táblázat

(Az adatok nm-ben vannak megadva)

Li	Be	B	C	N	O	F
(1) 0,133	0,089	0,080	0,077	0,074	0,074	0,072
(2) —	—	—	0,077	0,075	0,074	0,072
(3) —	—	—	0,077	0,070	0,066	0,064
(4) 0,145	0,105	0,081	0,077	0,070	0,066	0,064
(5) —	—	—	0,077	0,070	0,066	0,064
(6) 0,134	0,125	0,090	0,077	0,075	0,073	0,071
(7) —	0,089	0,080	0,077	0,070	0,066	0,064
(8) 0,152	0,112	0,088	0,077	0,070	0,066	0,064
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
(1) 0,157	0,136	0,125	0,117	0,110	0,104	0,099
(2) —	—	—	0,115	0,111	0,104	0,100
(3) —	—	—	0,117	0,110	0,104	0,099
(4) 0,180	0,150	0,125	0,177	0,110	0,104	0,099
(5) —	—	—	0,177	0,110	0,104	0,099
(6) 0,154	0,145	0,130	0,118	0,110	0,102	0,099
(7) —	—	0,126	0,117	0,110	0,104	0,099
(8) 0,186	0,160	0,143	0,117	0,110	0,104	0,099

- (1) R. B. Heslop—P. L. Robinson: Inorganic Chemistry, 1963. 71. o.
- (2) B. E. Douglas—D. M. McDaniel: Concepts and Models of Inorganic Chemistry, 1965. 95. o.
- (3) L. Pauling: General Chemistry, 1970. 195. o.
- (4) R. I. Gillespie: Molecular Geometry, 1972. 18. o.
- (5) F. A. Cotton—G. Wilkinson: Advanced Inorganic Chemistry, 1972. 117. o.
- (6) J. E. Hukey: Inorganic Chemistry, 1972. 184. o.
- (7) K. M. Mackay—R. A. Mackay: Modern Inorganic Chemistry. 1972. 23. o.
- (8) J. Fenner, J. Jander és H. Siegers: Kurzes Lehrbuch der anorganischen und allgewein Chemie, 1973. 23. o.

A felsorolt adatokból megállapítható, hogy a kovalens kötésre leginkább hajlamos elemek (IV—VII. oszlop elemei) esetében a kovalens sugarak jól egyeznek a különböző szerzőknél, az I—III. oszlop elemeinél azonban az eltérések már számottevőbbek, vagy az egyes szerzők nem is közölnek adatokat.

A fentebb elmondottakhoz kapcsolódóan még egy fontos kérdést kell megemlíteni, éspedig azt, hogy a kovalens sugar függ a kötésrendtől. Így pl. a szén esetében az egyszeres kötésnél a kovalens sugar 0,077 nm, a kétszeres kötésnél 0,067 nm és a háromszoros kötésnél 0,060 nm.

Az „állandó energiájú” atomsugar (r') esetében a kötési energiát is figyelembe kell venni, és ez a sugar az alábbi képletből számítható ki:

$$r_{AB} = r'_A + r'_B - 1/2 \lg D_{AB},$$

ahol r_{AB} az A és B atomok közötti kötéstávolság, D_{AB} a kötési energia.

A 2. táblázatban néhány kovalens (r) és „állandó energiájú” atomsugarat (r') hasonlítottunk össze.

(Az adatok nm-ben vannak megadva)

r	r'	r	r'	r	r'	r	r'
C		N		O		F	
0,077	0,122	0,075	0,112	0,074	0,112	0,072	0,111
Si		P		S		Cl	
0,115	0,157	0,111	0,153	0,104	0,146	0,100	0,144

(Az adatok a [2] könyvből származnak)

Az „állandó energiájú” atomsugarakat a kémiában igen ritkán használjuk.

Ugyancsak kevésbé terjedt el az elektronhéjsugár használata. Ez az adat a sugármenti elektroneloszlási függvény maximumának a távolságát adja meg a magtól számítva.

Néhány ilyen adatot a 3. táblázatban közlünk [9]:

3. táblázat

(Az adatok nm-ben vannak megadva)

	2		3	
	s	p	s	p
Li	0,150			
Be	0,119			
B	—	0,085		
C	—	0,066		
N	—	0,053		
O	—	0,045		
F	—	0,038		
Ne	—	0,032		
Na	—	—	0,155	
Mg	—	—	0,132	
Al	—	—	—	0,121
Si	—	—	—	0,106
P	—	—	—	0,092
S	—	—	—	0,082
Cl	—	—	—	0,075
Ar	—	—	—	0,067

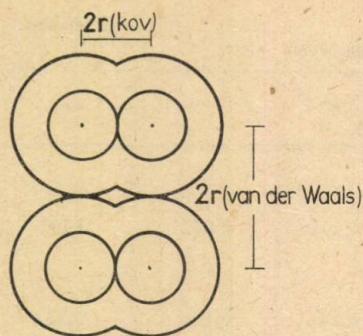
(9) C. S. G. Phillips és R. J. P. Williams, Inorganic Chemistry I. 1966, 56. o.

A van der Waals-sugár

Nagyon sok esetben van szükség arra, hogy ismerjük a két atom közötti távolságot abban az esetben, amikor csak *van der Waals*-erőkkel (vagyis másodlagos kötőerőkkel) kapcsolódnak az atomok egymáshoz.

Ha például két F_2 molekula közeledik egymáshoz egy bizonyos távolságban a két molekula közötti vonzóerő és taszítóerő éppen kiegyenlíti egymást. Ezt az egyensúlyi távolságot nevezzük *van der Waals*-távolságnak és ebből számítható ki az 1. ábrán feltüntetett módon a fluoratom *van der Waals*-sugara.

A kovalens és a *van der Waals*-sugár közötti különbséget az 1. ábra teszi szemléletessé:



Az 1. ábrából látható, hogy a *van der Waals*-sugár lényegesen nagyobb, mint a kovalens sugár.

1. ábra

Néhány adatot a *van der Waals*-sugarakra vonatkozóan a 4. táblázatban állítottunk össze.

4. táblázat
(Az adatok nm-ben vannak megadva)

	N	O	F
(3)	0,15	0,14	0,135
(5)	0,15	0,14	0,135
(6)	0,155	0,15	0,15
(7)	0,150	0,140	0,135
	P	S	Cl
(3)	0,19	0,185	0,180
(5)	0,19	0,185	0,180
(6)	0,185	0,18	0,18
(7)	0,180	0,190	0,185

Összefoglalva megállapítható, hogy az atomsugár kifejezés nem szabatos, és így célszerűbb vagy kovalens sugárról, vagy *van der Waals*-sugárról beszélni. A kémiában ahol az elsődleges kémiai kötéserők játszanak fő szerepet és ahol elsősorban molekulákkal foglalkozunk, inkább a kovalens sugár használata ajánlható.

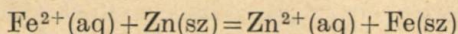
A gimnáziumi I. osztály számára írt tankönyvben megadott atomsugarak a IIIa—VIIa oszlop elemeire vonatkozóan egyszeres kötésű kovalens sugarak. A tankönyv 67. oldalán lévő 41. ábrán a B, C, N, Si és P adatai helyesen: 0,088 ; 0,077 ; 0,070 ; 0,117 ; 0,110.

A 92 365 raktári számú **Tanári kézikönyv a gimnáziumi I. osztályos kémia tanításához** című kiadványunk még megrendelhető az alábbi címen:

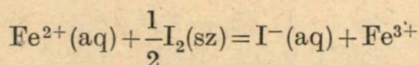
44. sz. Móricz Zsigmond könyvesbolt
1052 Budapest, Deák Ferenc u. 15.

A redoxi-reakciók tanítása

A redoxi-reakciók csoportja a gyakorlatban nagyon sokszor fordul elő, így a tanításban is fontos szerephez jut. Általános megfogalmazás szerint *redukciónak az elektronfelvétellel, oxidációnak pedig az elektronleadással járó folyamatokat nevezzük*. Az oxidáció és a redukció folyamatai egymáshoz a legszorosabban kapcsolódnak, a két folyamat egymástól el nem különíthető. Ha „valami” oxidálódik, akkor „valaminek” redukálnia kell. Ebből a szempontból a kémiai anyagokat *redukálószernek*, illetve *oxidálószernek* tekinthetjük. Redukálószer az, amelyik valamilyen másik anyagot redukálni képes, miközben maga oxidálódik. Oxidálószer pedig az, amelyik egy másik anyagot oxidál, miközben maga redukálódik. Így a redoxi-reakciókban mindig egy oxidálószer és egy redukálószer kölcsönhatásáról van szó. Azonban nem lehet egyértelműen kimondanunk, hogy egy kémiai anyag csak oxidálószer vagy csak redukálószer, mert ez a reakciópartnertől függ. Így pl. az Fe^{2+} -ionokat tartalmazó oldatba fémcinket helyezve:

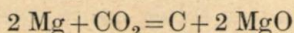
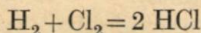


a vas(II)-ionok elektronfelvétellel fémsavassá redukálódnak, míg a cink elektronleadással cink(II)-ionokká oxidálódnak. Itt az $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ -ionok tehát oxidálószernek tekinthetők. A cink helyett jóddal végezve a reakciót:

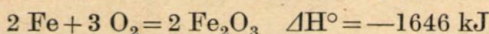


a vas(II)-ionok redukálószerként viselkednek, mert a jódot jódionokká redukálják, miközben önmaguk vas(III)-ionokká oxidálódnak.

A redoxi-reakciók speciális esetét nevezzük *égésnek*, amit hétköznapi értelemben adott elem vagy vegyület oxigénnel (levegő) való közvetlen reakciójaként szokás emlegetni. Az égés elnevezés azonban még az egyszerűbb megfogalmazásban is szélesebb értelmű! Elegendő azokra az egyszerű folyamatokra hivatkozni, hogy pl. klórgázban a hidrogéngáz sósavvá „ég” el, szén-dioxid-gázban a magnézium folytatja égését:

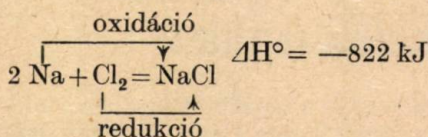


Az égést így az oxidáció folyamatához kapcsoljuk, de nem korlátozzuk csupán az oxigénnel való reakcióra. A kémiai reakciók a legkülönbözőbb sebességgel lejátsszódó folyamatokat is felölelik, így a redoxi-reakciók kicsiny vagy nagy sebességű folyamatok lehetnek. Ezzel összhangban beszélünk lassú vagy gyors égésről is. A vas „rozsdásodása” lassú, égése pedig gyors redoxi-reakció:

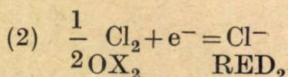
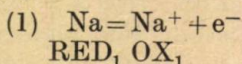


Az exoterm (hőfelszabadulással járó) folyamat mindkét esetben a fenti reakcióegyenlettel írható le, a gyakorlatban a rozsdásodás azonban viszonylag lassan következik be. Az égés sebessége függ a körülményektől is, így pl. rendkívül finom eloszlású vaspár a levegőn „csillagszóróként” ég el (ún. pirifóros vas) önként lejátsszódó folyamatként.

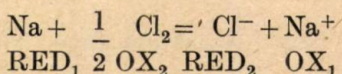
Mindezek az ismeretek jól előkészítik az oxidáció és redukció tágabb értelmű tanítását, a fogalmak általánosítását. Egyszerű és jellegzetes például a nátrium- és a klórgáz redoxi-reakciója szolgálhat:



ahol már az atomszerkezeti ismeretek birtokában az elektronátvétel folyamatait is figyelemmel lehet kísérni. Ehhez azonban az ún. „félreakció” felírása nyújt további segítséget:



A nátrium tehát elektronleadás közben oxidálódik, a klór pedig elektronfelvétel mellett redukálódik. Az elektroncseréhez a reakciópartnerek közvetlen kölcsönhatása, „érintkezése” szükséges. A redoxi-reakció tehát két redoxi-rendszer („1” és „2” jelzés) között játszódik le, s ennek során az (1) „félreakció” az oxidációs, a (2) „félreakció” a redukciós irányt tünteti fel. Ilyen felírásban könnyen áttekinthető az, hogy az elektront mi adja le, s mi veszi fel. A két „félreakció” összegezésével pedig eljutunk a teljes folyamat leírásakor (ún. ket-tős redoxi-rendszer):

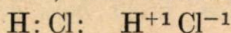


Ez a felírási mód analóg a sav-bázis reakciókkal, ahol szintén két egyszerű sav-bázis rendszer összekapcsolásával írjuk fel a teljes folyamatot.

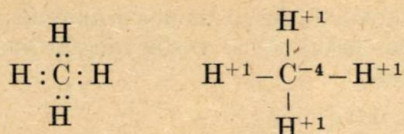
A redoxi-folyamatok reakcióegyenletének felírásához, az együtthatók egyszerű megállapításához nyújt segítséget az ún. *oxidációs szám*:

- a) „Az elemek oxidációs száma zérus.”
- b) „Az egyszerű ionok (pl. Na⁺, Al³⁺, Cl⁻ stb.) oxidációs száma nagyság és előjel szerint is az ionok töltésszámával egyezik meg (pl. Al³⁺-ionnak +3, a Cl⁻-ionnak -1 az oxidációs száma).”
- c) „Kovalens kémiai kötésű molekulákban (pl. HCl, H₂O, CH₄, stb.) az egyes atomok oxidációs száma az a töltés, amire szert tesz, ha — gondolatban — a kötést létesítő elektronokat teljesen a nagyobb elektronegativitású (elektronvonzó) atomhoz rendeljük.”

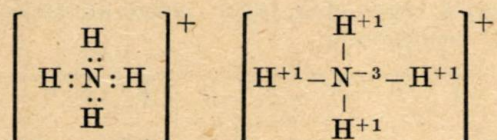
A semleges, töltéssel nem rendelkező molekulákban az atomok oxidációs számainak összege zérus. Így a sósavmolekulában, amelyben az elektronok sokkal inkább tartoznak a klórhoz, mint a hidrogénhez (poláros molekula!):



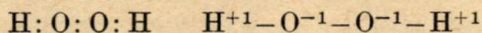
a klóratomhoz rendeljük a hidrogéntől származó egy elektront, s ezzel -1 oxidációs számúnak tekintjük. A hidrogénatom, amelytől ezt az elektront — gondolatban — teljes egészében „elvontuk”, +1 oxidációs számú lesz. A kifele semleges sósavmolekulában az oxidációs számok összege: -1 + 1 = 0. A metánban 4(+1) a hidrogénatomok és -4 a szén oxidációs száma, az átadott és átvett elektronok számával összhangban:



d) Összetett ionokra a c) meghatározás érvényes, azzal a különbséggel, hogy az oxidációs számok előjeles összege az ion elektromos töltéseinek számával egyezik meg. Így pl. az ammóniumionnál a nitrogén oxidációs száma -3 (akárcsak az ammóniában), mert a négy hidrogénatom $4 \cdot (+1)$ oxidációs számát figyelembe véve: $4(+1) - 3 = +1$ egyenlőségnek kell fennállnia (az ion töltése $+1$):

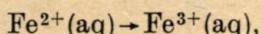


e) Olyan kovalens kémiai kötésű molekulákban vagy összetett ionokban, amelyekben azonos atomok is kapcsolódnak egymással, az azonos atomok között — minthogy egyformán „vonzzák” a kötőelektronokat — az oxidációs szám a) ponttal összhangban zérus. Így pl. a hidrogén-peroxidban az oxigén-atomok oxidációs száma külön-külön: -1

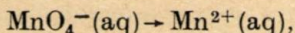


A bonyolult redoxi-reakciók egyenletében az együtthatókat az *oxidációs számok változásaiból* adjuk meg. Szolgáljon erre példaként a permanganát- és a vas(II)-ionok reakciója:

— Az első lépésben megállapítjuk az egyszerű redoxi-rendszereknél az oxidációs számok változását (a vas(II)-ionok vas(III)-ionokká oxidálódnak, a permanganátiók pedig Mn(II)-ionokká redukálódnak):

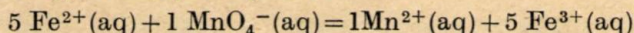


ahol $a + 2$ oxidációs számú vasionok $+ 3$ oxidációs számú vasionokká alakulnak, tehát az *oxidációs szám változása* $+1$



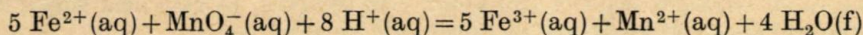
ahol $a + 7$ oxidációs számú mangán $+ 2$ oxidációs számú mangán(II)-ionokká alakul, vagyis az oxidációs szám változása $+5$.

— Második lépésben úgy írjuk fel az egymásra ható és keletkező anyagokat, hogy az adott redoxi-rendszer oxidációs számának változását a második redoxi-rendszer együtthatójával írjuk be:



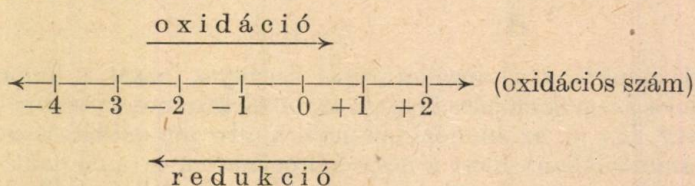
Ez nem jelent mást, minthogy a leadott és felvett elektronok számát vettük figyelembe!

— A harmadik lépésben sztöchiometriailag rendezzük a reakcióegyenletet, ahol rendszerint $\text{H}^{+}(\text{aq})$ vagy $\text{OH}^{-}(\text{aq})$, illetőleg $\text{H}_2\text{O}(\text{f})$ beírásával (savas, lúgos vagy semleges közeg!) érünk célt:

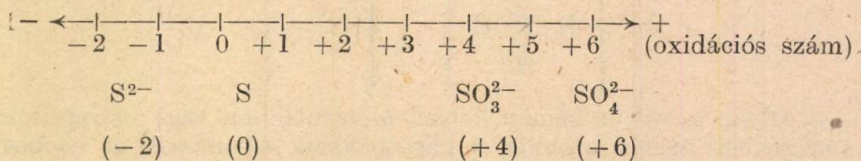


Az előbbi példánál az oxidációs számokkal az atomok, ionok, illetőleg kovalens kémiai kötésű molekulán belül az atomok oxidációs állapotára következtettünk, majd ennek alapján értelmeztük a tényleges elektronleadással és -fel-

vétellel járó redoxi-reakciókat. Az oxidációs számokat figyelembe véve oxidációkor pozitív irányban, redukciónál pedig megfordítva, a negatív irányban következik be a változás:

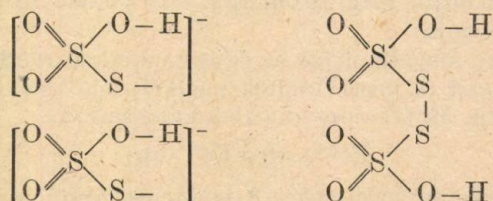


A különféle vegyületekben, ionokban a kén például eltérő oxidációs számmal rendelkezik, így ezek a vegyületek, ionok, eltérő oxidációs állapotú kénatomjaik szerint „sorba” rendezhetők:

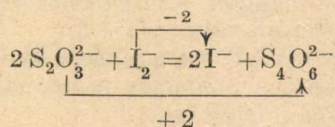


Eszerint könnyen megítélhető az, hogy a fenti sorban a kén mikor kerül magasabb oxidációs állapotba, s mikor alacsonyabba.

A nátrium-tioszulfát (azaz a tioszulfátion) a +5 oxidációs állapotú és –1 oxidációs állapotú kénatomokat is tartalmaz, így átalakulása tetratationátiónná oxidációnak felel meg, amikor a –1-ről 0 oxidációs számú kén képződik:



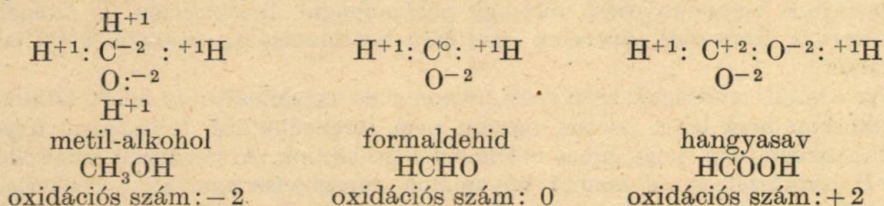
ami könnyen magyarázhatóvá teszi — a jodometriás mérések alapegyenletét — a tioszulfátionok és jód reakcióját:



ahol a jód („O” oxidációs szám) jodiddá (–1 oxidációs szám) redukálódik, a kétatomos jódmolekulából tehát két jodidion képződik, miközben az oxidációs szám változás: –2. A tioszulfát –1 oxidációs számú kénatomja viszont 0 oxidációs számú kénatommá alakul, vagyis 2. (–1) oxidációs szám növekszik meg pozitív irányban, tehát a változás +2, az oxidációval összhangban. Amennyit nőtt pozitív irányban a redoxi-folyamat során az oxidációs szám, ugyanannyit csökken negatív irányban! (Az oxidáció és redukció során csak ugyanannyi elektron leadására és felvételére kerülhet sor.)

Az oxidációs számokkal tehát az elektronszerével jellemzett redoxi-reakciókat még bonyolultabb folyamatok során is értelmezhetjük. Ezen túlmenően azonban egyes vegyületekben az atomok oxidációs állapotát is kifejezhetjük.

Ez a kérdés a szerves kémiában különösen nagy hangsúlyt kap. Így pl. a szén oxidációs állapota szerint sorolhatjuk be az alkoholokat, aldehideket és szerves savakat, és indokolhatjuk meg, hogy az alkohol—aldehid—szerves sav irányban oxidáció, megfordítva pedig redukció játszódik le:



Az oxidációs szám így — az „ősi” vegyérték fogalmat egészíti ki; a szén minden esetben négy vegyértékű, tehát a „vegyértékváltozással” az oxidációt értelmezni nem is állna módunkban, ahogyan ezt a szerves (elsősorban ion-) vegyületeknél megtehetjük. Kiküszöböli az értelmetlen „negatív” vegyérték megnevezést is. (A kémiai kötéshez tartozó vegyérték csak pozitív értelmű lehet, mert vagy van kötés vagy nincs!)

Z. ORBÁN ERZSÉBET
OPI

Az új gimnáziumi tanterv másodikos anyagról

A gimnáziumi tanterv ismertetése során többször hangsúlyoztuk, egyik jellemző vonásként említettük, hogy a tanítási anyagban az általános kémiai és a konkrét kémiai anyag (elemek és vegyületek) aránya megváltozott. Az általános kémiai rész megnövekedett, míg a részletes kémiai anyag a rendszerező feldolgozás következtében csökkent. Ezt a megoldást az tette lehetővé, hogy a tanulók már az első osztályban elsajátítják azokat az átfogó elveket és törvényeket, amelyek alapján a részletes, konkrét kémiai anyagot, az elemek és a vegyületek tárgyalását racionálisabb módon, egységes szemlélettel és egységes értelmezésben végezhetjük.

Új és jellemző vonása a tantervnek továbbá, hogy az elemeket és a vegyületeket szétválasztja, külön fejezetben tárgyalja. Ezt a megoldást a jobb áttekinthetőség, az anyagszerkezeti ismeretek és ebből következően a rendszerező elvek következtetéses alkalmazásának lehetősége indokolja. A tantervi anyag ilyen felépítése ugyanakkor megfelel a kémiai tudomány mai állásának, a kémiáról alkotott mai felfogásnak.

A második osztály tantervi anyagát az ún. „szerves kémia” alkotja. A szerves kémia körén belül a bennünket körülvevő anyagi világot alkotó kémiai elemek és szerves vegyületek sajátosságainak bemutatására, azok értelmezésére kerül sor. Az anyagi sajátosságokat az új tanterv szellemének megfelelően nem egyszerűen „leírjuk”, hanem az adott szinten, az adott ismeretek birtokában értelmezzük, szerkezeti és energetikai alapon indokoljuk. A részle-

tes, szervesetlen kémia feldolgozása során az eddig jellemző lexikális ismeretekkel szemben az átfogó elvek és törvények alkalmazásán, illetve felismerésén van a hangsúly. Ezáltal a szervesetlen kémia körébe tartozó anyagok, elemek és vegyületek egységes rendszerbe illeszkednek, könnyen áttekinthetővé válnak, sajátásaik tanulmányozása mintegy példaanyagnak, illusztrációul is szolgál az elméleti, a szerkezeti ismeretek sokoldalú bemutatására, szélesebb körű értelmezésére.

Az anyagi sajátságok szerkezeti alapon való értelmezése az adott szinten és életkorban nem lehet pontos, egzakt, nem törekedhetünk teljességre, ügyelni kell azonban arra, hogy hibás értelmezést ne adjunk. A szerkezeti ismereteken kívül természetesen a kémiai folyamatok energiaviszonyaival, a reakció típusokkal és a reakciómechanizmusokkal kapcsolatos fogalmakat is rendre alkalmazzuk, érvényességi körüket szélesítjük.

Az *elemek és vegyületek* legfontosabb *rendezési elvének* szerkezeti felépítésüket tekintjük. Ez jelenti továbbá az anyagi tulajdonságok értelmezésének vezérfonalát is.

Kiindulópontunk az anyagokat felépítő *atomok elektronszerkezete*, különösen vegyértékhéj-szerkezete (több, különböző atomból felépülő molekulák esetében a központi atom vegyértékhéj-szerkezete). Az elektronszerkezetből következő, azzal összefüggő *atomi jellemzők*; a magtöltés, az ionizációs energia és elektronnegativitás, illetve az ezekből meghatározott elektronegativitási értékek, továbbá az atomi méretek (atomtömeg, atomsugár, ionsugár) és az oxidációs szám lesznek segítségünkre az anyagi tulajdonságok értelmezésében. A felsorolt atomi jellemzők alapján megállapítható az atomok stabilizálódása, kapcsolódása során kialakuló *kémiai kötés típusa*. A kötéstípus alapján következtethetünk az azonos vagy különböző atomokból képződő részecskék *halmazának szerkezetére*, a részecskék térbeli elhelyezkedésére, a közöttük fellépő további kölcsönhatásokra (pl. másodrendű kötések), szilárd halmazállapotban a rácsösszetartó erő nagyságára, továbbá az anyagi tulajdonságokat jelentősen befolyásoló *polarizációs hatásokra* is. Mindebből következők, hogy a kémiai anyagok fizikai és kémiai tulajdonságait elsősorban valóban atomjaik elektronszerkezete határozza meg, de figyelembe kell venni a halmazállapot szerkezetének során fellépő kölcsönhatásokat is.

Az anyagok jól mérhető, érzékelhető makroszkopikus tulajdonságait (olvadás-, forráspont, halmazállapot, sűrűség, oldhatóság stb.) csak mindezeknek a szerkezeti összefüggéseknek az alapján lehet egyértelműen jellemezni. Tanulóinknak világosan kell látniuk, hogy az *anyagok makroszkopikus tulajdonságait* az anyag *mikrostruktúrája*, az adott struktúráknak megfelelő *kölcsönhatások* együttesen határozzák meg. Ez a kép már az első osztály végén kialakulhat tanulóinkban, de igazán megalapozottá csak a szervesetlen kémia tanulása során válik.

Az anyagokat jellemző *fizikai tulajdonságok* összefüggése az anyag szerkezetével, elég egyértelmű, és könnyen belátható. Így pl. viszonylag egyszerű az összefüggés az anyag sűrűsége és a felépítő részecskék tömege, mérete, rács típusa, rácsszerkezete között, könnyen belátható az olvadáspont kapcsolata a rácsenergiával, hasonló módon értelmezhető a keménység és az elektromos vezetőképesség is a kötéstípus és a rácsszerkezet alapján.

Az anyagok *kémiai viselkedése* és az anyag szerkezeti felépítése között már nem ilyen egyszerű a kapcsolat.

Az elemek kémiai viselkedésének jellemzésére gyakran használjuk az *elektronegativitási* adatokat. Szívesen mondjuk azt, hogy azok az elemek a legreaktívabbnak, amelyek atomjainak a legnagyobb, illetve a legkisebb az

elektronegativitása. Sok esetben pl. a halogénelemek vagy az alkálifémek esetében valóban következtethetünk a csoport tagjainak kémiai viselkedésére, az elektronegativitási adatok összehasonlítása alapján. Ez azonban nem általánosítható, mint azt a tankönyvben a klór és a nitrogén példáján is láthatjuk. Összehasonlítva a klór és a nitrogén elektronegativitását és reakciókészségét megállapítható, hogy a két elem reakcióképessége — azonos elektronegativitás mellett — erősen különböző. A tankönyv magyarázatként megállapítja, hogy az eltérő kémiai viselkedés oka a két elem molekulájának eltérő nagyságú disszociációs (kötési) energiájában rejlik. A disszociációs energia különbözőségét a molekulák kötésrendszerével indokolja. A tananyagban természetesen nem mehetünk túl ezen az egyszerű példán. Tudjuk azonban, hogy a valóságban a kémiai reakciók nagyrésznének értelmezése korántsem ilyen egyszerű.

A kémiai folyamatok egyik csoportja, a *redoxi-reakciók*, esetében (ha vizes oldatokról van szó) jó útmutatást adnak az adott reakció lefolyásának lehetőségéről és irányáról a *standard elektródpotenciál-értékek* (előfordulhat azonban, hogy a folyamat kinetikailag gátolt és nem megy végbe a potenciálértékek alapján várható módon). A standard elektródpotenciál-értékeket a gimnáziumi kémiaoktatásban is jól tudjuk használni a redoxi-folyamatok tanítása, majd értelmezése során.

A reakciók nagyobb részének lefolyása azonban sokkal bonyolultabb. Értelmezésükhöz az anyagszerkezeti ismereteken kívül reakciókinetikai, termokémiai, termodinamikai jellemzőket kell ismerni. Ezek tanítására a középiskolában természetesen nem kerülhet sor. Nem léphetünk fel a teljesség igényével, a kapukat e kérdések vonatkozásában nyitva kell hagyni.

A tananyagban a kémiai sajátságok közül elsősorban azt vizsgáljuk, hogy egy adott elem néhány másik fontosabb elemmel vagy vegyülettel milyen körülmények között reagál, és milyen típusú vegyületek keletkeznek. Így például az elemekkel kapcsolatban elsősorban a vízzel, savakkal, lúgokkal, sóoldatokkal lejátszódó reakciókkal foglalkozunk, olyan szinten, hogy az adott folyamatoknak szerkezeti, illetve energetikai magyarázatát is meg tudjuk adni.

A következőkben áttekintjük a második osztályos tananyag felépítését, fogalomrendszerét a tantervi-tankönyvi témakörök szerint. Kiemeljük azokat az anyagszerkezeti és energetikai ismereteket, amelyek az adott téma tanítása során alkalmazásra kerülnek.

A második osztály anyaga három fejezetre tagolódik:

- I. A kémiai változások és az elektromos energia.
- II. A kémiai elemek.
- III. A szerves vegyületek.

A tanítási anyag válogatásánál a következő szempontokat vettük figyelembe:

- az elemek és a vegyületek közül azokat tárgyaljuk, amelyek az általános műveltség, a gyakorlati élet szempontjából fontosak és tipikusak;
- amelyek megismerése során mód van az általános kémiai alapismeretek elmélyítésére és alkalmazására, az alkalmazó gondolkodás fejlesztésére;
- amelyek a gyakorlati felhasználás szempontjából fontosak, továbbá alkalmasak az ipari eljárások kémiai elveinek bemutatására;
- amelyek a rokon tantárgyak (pl. biológia) tanítása szempontjából fontosak, alapozó jellegűek.

I. A kémiai változások és az elektromos energia

A kémiai rendszerek és az elektromos energia kölcsönhatásának tárgyalása inkább az első osztály anyagához tartozik, ahhoz illeszkedik szorosabban. Elsősorban óratervi megfontolások miatt kezdjük a második osztályos kémia tanítását ezzel a témakörrel. Felidézzük a már jól ismert redoxi-folyamatokat, kísérleti alapon bemutatjuk a galvánelemek működési elvét, ezen keresztül a kémiai és az elektromos energia kapcsolatát. Bevezetjük az *elektrodpotenciál* (standardpotenciál) fogalmát. Értelmezzük az elemek (fémek és nem fémek) elektrodpotenciál-értékeit, jelentőségüket kiemeljük, egyrészt a galvánelemek elektromotoros erejének megállapítása, másrészt az elemek redoxi-reakciói lefolyásának lehetősége, illetve iránya megállapítása szempontjából. (Csak azokról a redoxi-folyamatokról beszélünk, amelyekben az egyik résztvevő nulla oxidációs állapotú atom vagy molekula.) A későbbiekben ugyanis sokszor hivatkozunk arra a fontos megállapításra, hogy „a pozitívabb standardpotenciálú rendszer a negatívabb standardpotenciálú rendszert oxidálni képes”, és fordítva, a negatívabb standardpotenciálú rendszer redukálja a nála pozitívabbat. A redoxi-folyamatok tágabb értelmezéséhez szükséges redoxi-potenciálokról (olyan redoxi-rendszerekről, amelyekben mind az oxidált, mind a redukált alak ionként oldatban van) nem esik szó.

A standardpotenciál-értékeket a későbbiekben gyakran használjuk amikor egy elem vagy vegyület redoxi-folyamatait, redukáló vagy oxidáló képességét értelmezni akarjuk. A standardpotenciálok fogalmának birtokában pontosabb és konkrétabb megállapításokat tehetünk az elemek kémiai viselkedésére vonatkozóan, mint azt eddig az ún. aktivitási sor alapján tettük. Megbízhatóbban értelmezhetők általában az elektronátadással járó folyamatok, pl. a halogén-elemek és ionok közötti reakciók bekövetkezése, illetve elmaradása.

A kémiai rendszerek és az elektromos energia kapcsolatának másik irányát az *elektrolízis* néven ismert folyamatok képezik. Az elektrolízis tanításakor tovább alkalmazzuk és szélesebb körben értelmezzük a redoxi-folyamatokkal kapcsolatos ismereteinket. A kémiai folyamatok és a velük összefüggő elektromosságmennyiségek kapcsolatát a Faraday-törvényeken keresztül mutatjuk be.

(Meg kell jegyezni, hogy a Faraday-törvények az elektrolízis folyamatával, ionok keletkezésével és semlegesítésével összefüggő elektromosságmennyiségekről adnak tájékoztatást, de a folyamatok energiaviszonyairól nem.)

Ebben a témakörben kevés új fogalommal találkozunk, így lehetőségünk van a tanultak gyakorlására, kísérletek bemutatására, kémiai feladatok megoldására. A kémiai számítások a konkrét kémiai anyagok sajátosságainak vizsgálata során, éppen a tanult alapfogalmak alkalmazásán keresztül nagyobb hangsúlyt kapnak a második osztályban. Lehetőségünk van arra, éppen az adott témakörön belül, hogy mérésekkel, tanulói kísérletekkel is összekapcsoljuk a számítási feladatok megoldását. Ennek a módszernek didaktikai jelentőségét nem lehet eléggé hangsúlyozni.

II. A kémiai elemek

Az elemek csoportosítását kötéstípus és halmazszerkezet alapján végezzük. Tudjuk, hogy az elemekben — mint azonos rendszámú atomok halmazában — az alkotórészek kovalens vagy fémes kötéssel kapcsolódnak egymáshoz. Szilárd halmazállapotban kristályrács típusok molekularács, atomrács vagy fémrács lehet. Ennek megfelelően az elemeket az alábbi csoportosításban tárgyaljuk:

- molekularácsos elemek,
- atomrácsos elemek,
- fémrácsos elemek.

E csoportosításon belül az egyes elemeket, elemcsoportokat a vegyértékhéjszerkezet, ebből következően a periódusos rendszerben elfoglalt helyük szerint tekintjük át. A kémiai elemeket nem egyforma részletességgel tárgyaljuk. A szerkezet és a kötéstípus szerinti csoportjellemzés után csak a fontosabb elemek részletes, konkrét jellemzésére kerül sor.

Az elemek sajátságainak tanulmányozásakor hangsúlyozni kell, hogy az elem *nem azonos az atommal*. Ahogy egy atom vagy molekula esetében nem beszélhetünk pl. halmazállapotról vagy olvadáspontról, úgy a tömegszám, az elektronszerkezet, az elektronegativitás vagy az oxidációs szám sem az elemet, hanem az adott elem atomját jellemzik. Láttuk, hogy az atomok elektronszerkezetének hatása valójában bonyolult, áttételes módon érvényesül a megfelelő elem makroszkopikus tulajdonságaiban. Az atomok elektronszerkezetének hasonlósága és pl. az elem kémiai viselkedése közötti kapcsolat, összefüggés azonban ismert. Ennek figyelembevételével a periódusos rendszer — amelyet az atomok elektronszerkezetének periodicitása alapján építettünk fel — az elemek rendszerének is tekinthető.

Az elemeket először tehát atomjaik elektronszerkezete szerint jellemezzük. Megállapítjuk, hogy az elemek többsége — a nemesgázok kivételével — standard körülmények között két- vagy többatomos molekulát alkot (N_2 , I_2 , P_4 , S_8). Más részük korlátlan számú, azonos atomból álló szilárd halmazt képez, amelyekben az alkotórészeket kovalens vagy fémes kötés kapcsolja össze.

A *molekularácsos elemek* jellemzése során rendre alkalmazzuk és hangsúlyozzuk a molekulaszerkezet, a másodrendű kötőerők, a rácsszerkezet szerepét és kapcsolatát az anyagi sajátságokkal. A csoportjellemzés után a fontosabb elemek közül részletesen foglalkozunk a hidrogénnel, a halogénnel, az oxigénnel, rövidebben a kénnel és a foszforral.

Az *atomrácsos elemek* általános jellemzését ugyancsak az atomok vegyértékhéjszerkezete alapján adjuk meg. Az egész kristályra kiterjedő, erős kovalens kötések következményeként állapítjuk meg az anyagi tulajdonságokat. Részletesen csak a szénrel és a szénmódosulatokkal foglalkozunk.

Nagyobb hangsúlyt fektetünk a *fémek* elemek megismerésére. A tárgyalás mélysége itt is a fémek gyakorlati, ipari jelentőségétől függ. A fématomok stabilizálódási módjáról, a fémes kötés, a fémrács kialakulásáról az első osztályban már volt szó. Ezek felidézése után a fémek kristályszerkezetének jellemzésére és a szerkezetből következő tulajdonságok megállapítására helyezzük a hangsúlyt. A fémeket a továbbiakban atomjaik vegyértékhéjszerkezete alapján csoportosítjuk. Az egyes csoportokon belül olyan egyedi tulajdonságok megbeszélésére kerül sor, amelyeket a tanulók előző ismereteik alapján meg tudnak magyarázni. Részletesen foglalkozunk az s-mező elemei közül az alkálifémekkel és az alkáliföldfémekkel, a p-mező elemei közül az alumíniummal, a d-mező fémek közül a vas és a réz tulajdonságait vizsgáljuk. A gyakorlatilag kevésbé jelentős fémek pl. az óncsoport, a tankönyvben kiegészítő anyagként vannak feldolgozva. Az alumíniumot és a vasat jelentőségüknél fogva részletesebben tárgyaljuk, gyártásuk kémiai elvét ismertetjük, de a technológiai folyamatokat és berendezéseket nem részletezzük.

A fémek kémiai viselkedésének (reakcióképességük, reakcióik vízzel, savval, lúggal, redukáló hatásuk stb.) tanulmányozása során szintén lehetőségünk van a már elsajátított elméleti ismeretek magasabb szintű értelmezésére.

Az elemek tanításánál az elkövetkező években — amíg az új általános iskolai tananyagot tanuló diákok eljutnak a középiskolába — figyelembe kell venni, hogy az általános iskolában nem foglalkoznak az elemek rendszerező áttekintésével, főként vegyületekről tanulnak (savak, bázisok, sók). A szerkezet és kötéstípus szerinti rendszerező elv alkalmazását ezért következetesen hangsúlyozni kell.

III. A szervetlen vegyületek

A szervetlen vegyületek rendszerezésénél ugyancsak letértünk az eddig megszokott útról. Míg eddig a vegyületeket általában az elemcsoportok, s így a periódusos rendszer oszlopainak sorrendjében tárgyaltuk, most az *azonos ligandumokat* tartalmazó vegyületeket soroljuk egy csoportba, mint pl. hidridek, halogenidek, oxidok, hidroxidok, oxosavak stb. Ezen a csoportosításon belül érvényesül a periódusos rendszer rendező elve is. Ugyanis, ha az így csoportosított vegyületek fizikai és kémiai sajátságait összehasonlítjuk, azt tapasztaljuk, hogy szoros kapcsolatban vannak az alkotó atomok elektronszerkezetével (több különféle atomból felépülő vegyületek esetében a molekula központi atomjának vegyértékhéj-szerkezetével). A központi atomhoz kapcsolódó ligandumok hatása (elektronegativitása, mérete, polarizációs hatása) a vegyületek sajátságait befolyásolja, de szerepük csak másodlagos.

E csoportosítási elv lehetőséget ad arra, hogy a tanult általános kémiai ismereteket a vegyületek tanulmányozása során is alkalmazni, érvényesíteni tudjuk. A különböző vegyületek ezáltal nem különálló, lexikális ismerethalmazt jelentenek a tanulók számára, hanem egységes rendszerbe illeszkedő egyedi példákat, amelyek megismerése bővíti az elméleti ismeretek érvényességi körét.

A szervetlen vegyületekben a kémiai kötés, ionos, kovalens, illetve átmeneti jellegű lehet. Szilárd halmazállapotban a szervetlen vegyületek körében mind a négyféle rács típus, illetve közöttük minden irányú átmenet megtalálható.

A tankönyvi feldolgozás először kristályrács típusok szerint sorolja, csoportosítja a vegyületeket. Ekkor elsősorban a rácsösszetartó erőnek, a polarizációs hatásoknak a szerepét vizsgáljuk az adott vegyület típus sajátságaiban, illetve a kötés- vagy a rács típusok közötti átmenetekben.

Az általános — rács típus szerinti — jellemzést követően a ligandumok szerinti tárgyalásmód következik. Először a hidrogénvegyületekkel foglalkozunk. A hidridek közül csak a kovalens hidrideket, a hidrogénhalogenideket, a vizet és az ammóniát tárgyaljuk részletesen. (A csoporton belül a tárgyalási sorrend tehát a periódusos rendszert követi.) A víz fizikai sajátságainak értelmezésénél feltételezzük a vízmolekula szerkezetének és a víz halmazszerkezetének ismeretét. A víz kémiai viselkedését (kémhatás, reakciója különböző sókkal, hidrolízis) a Brönsted-féle sav-bázis elmélet alapján értelmezzük.

Az ammónia sajátságainak megállapítása ugyancsak a molekulaszervezet ismeretén alapul. Az ammónia és a víz esetében jól megfigyelhető az olvadáspont és a forráspont anomália, amely a hidrogénkötések következménye. Érdekes összehasonlítást tenni a csoportba tartozó többi elem hasonló összetételű hidrogénvegyületeinek olvadáspont- és forráspontértékeivel. Ezzel a táblázatok és grafikonok használatát, adatok elemzését is gyakoroltatjuk.

Az ammónia előállításával kapcsolatban térünk ki a kémiai egyensúly meg-

változásának feltételeire, tanítjuk meg a *Le Chatelier-Braun*-elvet, amelyre az első osztályban — óratervi megfontolások miatt — nem kerülhetett sor.

A *halogenidek* képezik a vegyületek következő csoportját. Fizikai és kémiai sajátságaikat kötés- és rács típus alapján értelmezzük, állapítjuk meg. A halogenidek jó példát szolgáltatnak az elméleti ismeretek szintézisére, az átfogóan érvényes rendező elvek elmélyítésére.

A szervesetlen vegyületek legfontosabb csoportját az *oxidok* képezik, amelyek csoportosítása ugyancsak kötéstípus alapján történik. Ez a csoportosítás egyértelműen feltárja a kötéstípus és a tulajdonságok kapcsolatát. Tudjuk, hogy az oxidok standard körülmények között, többségükben szilárd halmazállapotúak, ion- vagy atomrácsot alkotnak, a kapcsolat az alkotórészek között ionos vagy kovalens, illetve a polarizációs hatásoktól függően átmeneti jellegű lehet. Az oxidok kisebb része — megfelelő körülmények között — szilárd állapotban molekularácsot képez, ezek az oxidok standard viszonyok mellett általában gázállapotúak. Az oxidok ionos jellege az oxidot képező elem elektronegativitásától függ, ez képezi a fenti csoportosítás alapját. Az oxidok jellegét az oxidképző elem oxidációs száma, oxidációs állapota is, befolyásolja, de erre — az egyébként a savak és bázisok erőssége szempontjából fontos tényre — a tanítás során nincs módunk kitérni.

Az oxidok vízzel szembeni viselkedése — a kötéstípustól függően — döntő fontosságú. Ennek alapján különböztetjük meg a bázisos, a savas és a semleges oxidokat. A szerkezeti, rendező elv szempontjából a savakat és a bázisokat is az oxidok csoportjában tárgyaljuk, és ide soroljuk még az oxosavakkal együtt sóikat is.

Az oxidok vízzel szembeni viselkedését vizsgálva jutunk el a *hidroxidok* és az *oxosavak* megkülönböztetéséhez. A hidroxidok és az oxosavak közötti átmenetet az amfoter hidroxidok példáján értelmezzük, amelyek disszociációs viszonyait a kapcsolódó atomok elektronegativitási értékei, illetve a polarizációs hatások döntenek el. A hidroxidok általános jellemzése után az alkáliföldfém-hidroxidok viselkedését vizsgáljuk részletesen. Az oxosavak fogalmát és tulajdonságait a szénsav, a kénessav, a kénsav és a salétromsav tulajdonságai alapján határozzuk meg.

A savak és a sók tárgyalásánál ugyancsak figyelembe kell venni, hogy a tanulók jelenleg az általános iskolából más tartalmú és szemléletű ismereteket hoznak magukkal. Ezek átértékelése már az első osztályban elkezdődik, de a savak és a sók tanítása során érvényesítésére fokozottan ügyelni kell. Így pl. az általános iskolában egyértelműen a semlegesítési folyamatra épített a sóképződés, a sófogalom. Ezt az egyoldalú megközelítést oldjuk fel azzal, hogy az egyes só típusok megismerését az oxosavak tárgyalásához kapcsoljuk.

Felhívjuk a kedves Kartársak figyelmét, hogy megjelent a gimnáziumi reformtankönyvhöz a **Kémiai munkafüzet és feladatgyűjtemény a gimnázium I. osztálya számára** (raktári száma: 10138/M).

A munkafüzet szerzői: Becker Istvánné dr. és Kiss Zsuzsa vezetőtanárok, valamint dr. Szereday Éva szakfelügyelő. A feladatgyűjtemény Balázs Lórántné dr. Becker Istvánné dr. és Kiss Zsuzsa vezetőtanárok munkája.

Az egy kötetben megjelent munkafüzet és feladatgyűjtemény 96 oldal terjedelmű, ára 5,— Ft.

Beszámoló az általános iskolai kémia tantervi kísérlet mérési eredményeiről II.

Az ismeretek elsajátítása (7. osztály)

A Tudományos Technikai Forradalom eredményei megalapozták azokat a feltételeket, amelyek a tanterv tartalmi és strukturális felépítésének megváltoztatását tették szükségessé. A modern elméletek fogalomrendszeréből az ismeretek olyan halmazát emeltük ki, melyek megtaníthatók az általános iskolában, alapozza a középfokú képzést, és a kialakított fogalmakat, törvényeket lineárisan vagy koncentrikusan középfokon továbbfejleszthetjük.

A csoport- és egyéni teljesítmények vizsgálata mellett értékeltük az egyes fogalmak, törvények, elsajátításának mértékét, hogy ezzel is segítsük a tanterv tervezését, szakmódszertani problémák megoldását. Egy-egy jelenség, fogalom, törvény (továbbiakban ismeret) elsajátításának mértékét a felmérő dolgozatok kérdéseire adott válaszok alapján végeztük [1].

Minden kérdésre kiszámítottuk az „igaz” (jó) feleletek $[I\%]$, a „hibás” (rossz) válaszok $[H\%]$ és a „hibás” válaszok különböző eseteinek ($H_1\%$; $H_2\%$...) százaléértékét. (A nemleges válaszokat, mint hibás választ vettük figyelembe.) A hibás válaszok összegéből $[H\%]$ a szabadságfok figyelembevételével becsültük a véletlenszerűség értékét $[V\%]$ [2].

$$\frac{H\%}{N-1} = V\%.$$

Egy-egy ismeret elsajátításának értékelésekor (egyrészt) az igaz $[I\%]$ és hibás $[H\%]$ válaszok különbségét $[A\%]$ elosztottuk a válaszadás lehetőségével $[N]$. ($I\% - H\% = A\%$ és $A\% / N = P$). Az így meghatározott értéket (Itelszon után) felismerési mutatónak $[P]$ neveztük. A felismerési mutató lehetséges $[P]$ értékeit öt intervallumra osztottuk. A kérdések által számonkért ismeretek felismerési mutatóját $[P_x]$ az öt kategória egyikébe soroltuk be [2].

Egy-egy ismeret elsajátításának értékelésénél (másrészt) figyelembe vettük a kérdések nehézségi fokát. A kérdéseket (Vanyek után) csoportosítottuk aszerint, hogy a kérdés nehézségi foka alacsonyabb, magasabb vagy megfelelő volt-e a tanulók átlagos tudásához viszonyítva. Részletesen azokkal a kérdésekkel foglalkoztunk, melyeket megítélésünk szerint megfelelő módon fogalmaztunk meg. Ezek a kérdések különböző szintű műveleteket kívánnak a tanulóktól. A kérdések között alsó és középső szintet különböztetünk meg. (Felső szint nem volt.) Az alsó szint a megértett és emlékezetből felidézhető ismereteket foglalja magába, míg a középszinten az ismeretet a tanulóknak saját szavaival kell újra fogalmazni, új szituációban értelmezni, diszkriminálni, összehasonlítani és egyszerű ítéleteket alkotni [3].

A témakörök dolgozatainak elemzésekor az ismeretek elsajátításának mértékét (a teljesség igénye nélkül) a következőkben mutatjuk be.

Az első kategóriába (jellemző adatai: $I\% : [100-80]$ és $P : [\frac{50}{3} - 10]$) — az igen jól elsajátított ismeretek körébe — tartoznak:

Alsó szintű kérdések alapján felmérve:

I. témakörből: különböző anyagok oldódása vízben; több komponensű anyagok felismerése; a levegő komponenseinek ismerete; a víz és olaj elválasztása.

II. témakörből: az atom fogalma és összetétele; az elektronburok szerkezete; az egyszerű ionok képződése atomból; atomok és ionok jelölése.

III. témakörből: ion és kovalens vegyérték; ionvegyületek képződése, jelölése.

IV. témakörből: (a dolgozat a kémiai változásokat és az egész év anyagát is tartalmazta) a tulajdonságok és kémiai változások felismerése, és a vegyjel jelentése.

Középszintű kérdésekkel felmérve:

I. témakörből: a desztillálás és szűrés elvi alapja, hidrogén, oxigén előfordulása; az oxigén és égés kapcsolata.

II. témakörből: a hidrogén és nemesgázok szerkezete; proton—neutron, proton—elektron szám viszonya ezek töltése és tömege.

III. témakörből: dolgozatában volt középszintű kérdés, de a felismerési mutatója [P] alapján ismeret ide nem tartozott.

A második kategóriába (jellemző adatai: I% [80—65] és P:[10—5]) — jól elsajátított ismeretek — tartoznak:

Alsó szintű kérdésekkel felmérve:

I. témakörből: kémiai változások felismerése, a hidrogén tulajdonságainak azonosítása; az oldat komponenseinek megnevezése.

II. témakörből: a vegyjel, képlet felismerése; a vegyjel jelentése.

III. témakörből: ion- és kovalens kötésű vegyületek felismerése és képletek azonosítása.

IV. témakörből: az egy- és többkomponensű anyagok felismerése, a keverékek szétválasztása; az égés feltételei; az atom és elektronburok szerkezete; ion- és kovalens vegyérték és kötés; egyesülés, bomlás.

Középszintű kérdésekkel felmérve:

I. témakörből: bepárlás, szűrés, ülepítés szétválasztási módszer elvi alapja; legegyszerűbb feladatok az oldat töménységének kifejezésére.

II. témakörből: fémes, nemfémes elemek és nemesgázok szerkezetének összehasonlítása; tájékozódás a periódusos rendszerben; atom és belőlük képződött ionok összehasonlítása.

III. témakörből: a mól alkalmazása egyszerű feladatokban; a halmazállapot és változások értelmezése.

A harmadik kategóriába (jellemző adatai: I% [65—56] és P:[5—2]) — gyengén elsajátított ismeretek — tartoznak:

Alsó szintű kérdések alapján:

I. témakörből: a levegő cseppfolyós állapota; túltelített oldat;

II. témakörből és a III. témakörből: a dolgozat ismeretei között idetartozó felismerési mutatóérték [P] nem volt.

IV. témakörből: tájékozódás a periódusos rendszerben.

Középszintű kérdések alapján:

II. témakörből: atomtömeg egységének gyakorlati alkalmazása.

III. témakörből: a fémes kötés jellemzése.

I. és IV. témakörből: a dolgozat ismeretei között idetartozó felismerési mutatóérték [P] nem volt.

A negyedik kategóriába (jellemző adatai: I% [56—44] és P: [2—2]) — tévesen kialakított vagy rosszul elsajátított ismeretek — tartoznak:

Alsó szintű kérdések alapján:

I. és II. témakörből: a dolgozat ismeretei között idetartozó felismerési mutatóérték [P] nem volt.

III. témakörből: többszörös kovalens kötés ; a dipólusmolekulák felismerése.

IV. témakörből: az elektronburok szerkezete ; tájékozódás a periódusos rendszerben.

Középszintű kérdésekkel:

Felmérve ebbe a kategóriába tartozó ismeretek az I. témakörből a kémiai és fizikai változások kapcsolatának feltárása, a II. témakörből az atomtörzs fogalma és a III. témakörből a másodlagos kémiai kötés.

Az ötödik kategóriába (jellemző adatai I%: [44—0] és P: $[-2-\frac{50}{3}]$) — igen

tévesen vagy igen rosszul elsajátított ismeretek — tartoznak:

Alsó és középszintű kérdések alapján az I. II. és III. témakörből ismeretek felismerési mutatói nem tartoznak ezen kategóriába, a IV. témakörből *alsóbb szintű kérdés* alapján a dipólusmolekula fogalma, a reakciósebesség tartozik.

A tévesen és rosszul vagy igen tévesen és igen rosszul elsajátított ismeretek elemzését a következő példán mutatjuk be.

A III. témakör dolgozatából:

Az alábbi molekulák közül melyik poláros?

Feladat: Mérési eredmények:

1. H_2	választotta 2,9%
2. CH_4	választotta 27,33%
3. Cl_2	választotta 6,21%
4. O_2	választotta 5,80%
5. HCl	választotta 55,48%
	nem választotta 2,07%

[V%: 8,9%]; [I_r %: 46,57%]; (megjegyzés: $I\% - V\% = I_r\%$)

Az igen magas véletlenszerűség mellett megállapítható, hogy a 2. válasz lehetőségét nagyon sok tanuló tudatosan jelölte meg ($H_{2r}\%$: 18,4%); ($H_2\% - V\% = H_{2r}\%$). Ennek okát abban látjuk, hogy a tanulók vagy nem kapták meg, vagy nem tudták elsajátítani a kérdés megoldásához szükséges és elégséges ismeretet. Tudásuk ezért téves és rossz. A polárosság eldöntésekor a molekula szimmetria viszonyát is figyelembe kell venni. Ez az ismeret átadásakor vagy nem tisztázódott, vagy ez volt az az ismeret, melynek a befogadására a tanulóink nem voltak képesek. Ez a fogalomrendszer így az általános iskolában nem tanítható. Javaslatunkra a dipólusmolekulák képződésének csak egyik feltételével a kötés polaritásával foglalkozunk. A molekula dipólus jellegére, a molekula térbeli elrendeződésének ismertetése nélkül ne térjünk ki.

Vizsgálatunk segítségével nemcsak ilyen „diagnózt” adhatunk meg, hanem egy-egy elsajátított ismeret megőrzésének nyomonkövetése is lehetséges. Például a vegyjel jelentését (mennyiségi és minőségi) a II. és a IV. dolgozatban is ellenőriztük. Mind a két esetben az ismeret felismerési mutatója [P] az első kategóriába tartozott. A jó megőrzés mellett a felejtésre is bemutatunk egy példát. A periódusos rendszerben való tájékozódás felismerési mutatóját [P] (középszintű kérdéssel) a II. dolgozat idején a második kategóriába sorolhatuk be, a IV. dolgozat idején, év végén (alsó szintű kérdéssel felmérve) a negyedik kategóriába került. Ezekből az adatokból fontos következtetést vonhatunk le, és sokoldalú módszertani tanácsot adhatunk. Itt ez esetben elmondhatjuk, hogy nem elegendő a második témakör idején kialakítani a periódusos rendszert, hanem a harmadik és negyedik témakör feldolgozásakor, a kötés-típusok és kémiai változások tárgyalásakor a konkrét példák bemutatása (demonstrálása) után az elméleti ismereteket mindig a periódus rendszer adta alapozó ismeretekből kell levezetni.

Összegzésként bemutatjuk a négy dolgozatban feltett kérdések csoportosítását aszerint, hogy a rájuk jellemző felismerési mutató [P] alapján melyik kategóriába sorolhatók (a nehézségi fokra és szintre való tekintet nélkül).

Témakörök dolgozatainak kérdése felismerési mutatóik szerint.

I. táblázat

Témakör dolgozata	Kérdés	Kategória				
		1. $[\frac{50}{3} - 10]$	2. [10 - 5]	3. [5 - 2]	4. [2 - -2]	5. $[-2 - \frac{50}{3}]$
I.	40	14	17	3	4	2
II.	37	16	15	3	2	1
III.	25	9	7	2	3	4
IV.	38	11	12	5	3	7
Összesen	140	50	51	13	12	14
%	100 %	35,7	36,4	9,2	8,5	10,0

A kérdések felismerési mutatójának [P] százalékos eloszlása jól szemlélteti, hogy a kérdések megoldása 72,1%-ban igen jól vagy jól sikerült, és 27,7% jelentett különböző szintű problémát. Ezen problémák elemzésére és megoldására mutatunk be egy példát. A felmérési eredmények elemzésével így módon próbáltunk hozzájárulni a tanterv tervezéséhez, a metodikai problémák feltárásához, az új tanterv sikeres előkészítéséhez.

IRODALOM

1. Deák György—Gömöri László—Pápai Mária: Beszámoló az általános iskolai kémia tantervi kísérlet mérési eredményeiről, I. A kémia Tanítása, 1. sz. 1977.
2. Itelszon: Matematikai és kibernetikai módszerek a pedagógiában, Tankönyvkiadó, Bp., 1967.
3. Dr. Vanyek Béla: Kémiai tantárgytesztek, Fővárosi Nyomdaipari Vállalat 16. sz. üzemegység, 1974.
4. Dr. Szűcs László—Sárik Tibor: Beszámoló az általános iskolai kémiaoktatás korszerűsítésével kapcsolatos tantervi kísérletről. A kémia tanítása III. sz., 1976.

Kémia tanárok továbbképzése Romániában

Az 5 évenként kötelező továbbképzésre a megyei (fővárosban a kerületi) szakigazgatási szervek beosztása szerint kerül sor. A 9—10. osztály, illetve a liceumok kémia tanárai egyszakosak, a 7—8. osztályban tanítóknál a kémia fizikával párosul. Kémiából a szakos ellátottság az ICPPD (Központi Pedagógus Továbbképző Intézet) és a Nevelési és Oktatási Minisztérium illetékeseinek véleménye szerint gyakorlatilag teljes. A kémia óraszám a 7. osztálytól a 12. osztályig minden évben hetente kettő. (10 osztály elvégzése kötelező.)

A továbbképzés egyéni tanulás és tanfolyam kombinációja. Tanfolyami része 21 napos, óraszám a 126.

Ebből kb.

25% pedagógia, pszichológia, szociológia, ideológia,

5% audiovizuális eszközök kezelése és alkalmazása,

70% szakmai, tudományos ($\frac{1}{3}$ rész) és szakmódszertani ($\frac{2}{3}$ rész) információ.

A módszertani előadásokat bemutató tanítások, ezek megbeszélése és laboratóriumi munka egészítik ki kb. 40. órában.

A tanfolyamok létszáma 40—60 fő, a bukaresti ICPPD-n kívül főként egyetemi központokban tartják. Programját és bibliográfiáját az ICPPD dolgozza ki. A továbbképzés szakdolgozattal zárul, amelyre témajavaslatot kapnak a résztvevők. Más témát is választhatnak, de mindenképpen módszertanit.

A szakdolgozatot 1 hónappal a továbbképzési időszak vége előtt benyújtják elbírálásra, de a csoport és az előadókból álló szakbizottság előtt kell megvédeniük. (Szemináriumon a tanfolyam 10—15 fős csoportokra oszlik.) A minősítés: kiváló, jó, elégséges, elégtelen.

A tanfolyam programjának szaktudományi részében az általános kémiai témák dominálnak: anyagszerkezet és a kémiai termodinamika alapjai. Jóval kisebb súllyal, de szerepel az analitika és a kémiai technológia is.

A két továbbképzés közötti időszakban az Oktatók Háza — amely a megyei oktatási osztályok alá rendelt módszertani központ — segíti az időszerű pedagógiai és szakmai információk, publikációk terjedését.

A tanfolyam sikeres elvégzése előfeltétele a magasabb fizetési fokozat elérésének.

DR. HRONSZKY IMRE

egyetemi adjunktus

Filozófiai Tanszék

Budapest, Műszaki Egyetem

Kémiai tanulmányi verseny 1835-ben

A kémiai tanulmányi versenyek ma az egyetemi oktatás megszokott ki egészítői. Száznegyven évvel ezelőtt azonban ez egyáltalán nem volt így. Tudomásunk szerint az egyetemi kémiatanítás történetében az első tanulmányi versenyt Liebig giesseni laboratóriumában, 1835-ben rendezték meg. A következőkben röviden ismertetjük e verseny történetét.

A *Liebig-féle* laboratórium az egyetemi kémiaoktatás történetében sajátos helyet tölt be. Ennek megértése céljából vessünk egy pillantást a XIX. század eleji kémiaoktatás célkitűzéseire és formáira. Kémiaoktatás ebben a korszakban folyt az orvosi fakultásokon az orvosok alapképzése keretében, folyt tüzértisztek számára vagy kohászati főiskolákon, valamint bizonyos jövőendő állami tisztviselők számára, akiknek áruismeretre volt szükségük. Egy-egy orvosi fakultáson külön tanfolyamon egyetemi, kémiai kurzust hallgattak jövőendő patikusok is.

Képzés és kutatásra nevelés, sőt sok esetben a szóbeli kémiaoktatás és a laboratóriumi munka is élesen elválasztódott egymástól. Nagyon sok esetben a pusztán prelegáló jellegű előadások jelentették a képzést. Amennyiben volt laboratóriumi gyakorlat, akkor annak kivitelezése valahogy úgy ment végbe, mint az uppsalai egyetemen, ahol pl. Berzelius tanult. Itt a laboratóriumban megismerkedhettek a hallgatók bizonyos egyszerű kísérletekkel, de a hallgatók által végzett munka nem jutott el odáig, hogy kísérleti kutatómunka részét képezze. A kutatói képzés elsősorban a professzorok vagy egyetemen kívüli kutatók magánlaboratóriumaiban ment végbe, és egy-egy laborba legfeljebb egy-két tanítványt vettek fel, mint ahogy pl. Berzelius is tette, akinél pl. egy ideig Wöhler is dolgozott.

Liebig 1825-től tevékenykedett Giessenben. Előtte három és fél évet töltött az akkori kémiai kutatás egyik fő központjában Párizsban, *Gay-Lussac* laboratóriumában, annak munkatársaként. A hesseni nagyhercegség kis egyetemén kezdettől fogva arra törekedett, hogy megnövelje a kémiaoktatás jelentőségét. A kémia a XVIII. század utolsó negyedétől egy nagy megújulási folyamaton ment keresztül, és az égéسلمélettel, az új elemtannal, a kísérleti analízis viszonylag jól kifejlődött módszereivel, az új kémia egy viszonylag jól fejlett tudományos vizsgálati módot kínált a biológiai tudományoknak, a gyógyszerészetnek, a kémiai alapuló iparoknak és a mezőgazdaságnak. A tudomány adott szintű fejlettsége lehetővé tette, hogy a tudományosan képzett szakember technológiai változtatásokat javasoljon, vagy, hogy elősegítse az életfolyamatok szervetlen alapjainak feltárását.

Az egyetemek az új képzési igényekre nem voltak felkészülve. Egyáltalán nem véletlen, hogy pl. *Dumas* is — néhány tanártársával együtt — iparosok továbbképzésére Párizsban egy magánintézményt alapít, és, hogy ennek kémiai tankönyvét (melyet *Dumas* írt) már a következő évben németre is lefordítják. Az ipari forradalom hatalmas lendülettel megy végbe a legtöbb nyugat-európai országban, a piacok a termelés fokozására ösztönöznek. *Liebig*, részben az egyetem támogatását élvezve, két tanártársával egy kurzust hoz

létre, gyógyszerészeti-technológiai tanfolyamot. Úgy szervezi meg az oktatást, hogy az alaptudományi, és ne elsősorban közvetlen alkalmazási ismereteket (tehát pl. ne szabályokat a sörgyártás számára stb.) nyújtson. Rövid elméleti-szövebeli előképzés után hallgatóit rögtön laboratóriumi munkára irányítja.

Pedagógiai szempontból a giesseni laboratórium néhány sajátos új jegyet mutatott. *Liebig* egybekapcsolja az ismeretek elsajátítását egy bizonyos kutatóvá neveléssel, amelynek keretében a hallgatók készséget szereznek az önálló kísérleti munkára. Rövid laboratóriumi, elemi alapképzés után a hallgatók kísérleti munkája bekapcsolódik *Liebig* kutatási programjába, munkájuk *Liebig* kutatásainak része lesz. A laboratórium fejlődésének egyik állomása, hogy a legtehetségesebbnek bizonyult hallgatók a kurzus elvégzése után rövidebb vagy hosszabb ideig *Liebignél* maradnak és többé-kevésbé önálló munkába kezdenek. Az ezernyolcszáznegyvenes években néha húsz vagy több ilyen kutatóhallgató is dolgozott nála. Ezek nagyrésze azután visszatért az ipari termelésbe. A hallgatók — már csak a munkahelyi egymásrautaltság miatt is — viszonylag szoros közösséget alkottak, amelyben állandóan folyt a gondolatok kicserélése, a kölcsönös stimulálás.

Liebignek — részben az intézmény, lényegében, magánjellege miatt — szükség volt intézete reklámozására. Ugyanakkor állandóan törekedett azon belső munkaszervezési, pszichológiai hajtóerők feltárására, amelyek tudományos-termelő-oktató üzeme működését hatékonyabbá teszik. Ebben a vonatkozásban kapott szerepet az intézetében 1835-ben szervezett tanulmányi verseny is.

A tanulmányi versenyt *Liebig* az 1835-ös év nyári szemeszterének végén rendezte meg. *Liebig* maga írta, hogy ezzel a tanulmányi versennyel fokozni kívánta egy olyan évfolyam tanulási kedvét, amelyik különösen kitűnt szorgalmával. A tanulmányi versenyre *Liebig* harminc kérdést gondolt ki, amelyek átfogták az egész kémiát. Ezeket a kérdéseket nehézségi fokuknak megfelelő számértékkel látta el, és a jelöltek által elért összpontszámokat hasonlította össze. A pályázati lapok jellegűek voltak. A munkára *Liebig* egy délutánt hagyott. A kérdések megoldása az ismeretek önálló alkalmazásának készségét követelte meg. Első díjként *Liebig* egy platina pengéjű laborkést és egy ezüst-palládium evőeszközkészletet ajánlott fel. A második díj egy kémiai lámpa volt. Ezenkívül a nyolc legjobb helyezett jegyzőileg hitelesített tanúsítványt kapott eredményéről.

Liebig értett a reklámozáshoz, ezt mutatja a nagyértékű első díj, de az is, hogy *Liebig* az általa szerkesztett *Annalen der Chemie*-ben tudósít az eseményről, és a versenyforma bevezetését a „különleges szorgalmú” évfolyam fölötti örömeivel indokolja. Jóllehet a verseny nyolc helyezettje között egyetlen később híressé vált kémikust sem találunk, a *liebigi* laboratórium az évek során a kiváló kutatók egész hadseregét készítette fel a tudományos munkára.

A szakközépiskolák párhuzamos közismereti kémiatankönyvéről

A Központi Bizottság 1972-ben életbe lépett oktatáspolitikai határozata értelmében a Művelődésügyi Minisztérium 1973-ban elsőként a szakközépiskolai közismereti kémia tanításához rendelte el a párhuzamos tankönyv megjelentetését.

A szakközépiskolai közismereti kémiához az első tankönyvi változat — dr. Nyilasi János egyetemi tanár és dr. Szereday Éva szakfelügyelő munkája — 1974 szeptemberében került bevezetésre. A második tankönyvi változat —, amelyet Tóth Géza ny. főiskolai docens és dr. Perczel Sándor egyetemi adjunktus írt — sok viszontagság után most jelenik meg, 1977 szeptemberétől használható.

Mindkét tankönyv azonos tantervre épült, didaktikájuk azonban eltérő.

A Nyilasi—Szereday-féle tankönyv felépítését, szerkezetét a kedves Kartársak ismerik, ezért most ejtsünk néhány szót a másik, úgynevezett párhuzamos tankönyvről.

A tankönyv a tantervnek megfelelően négy nagy fejezetre tagolódik:

- I. Általános kémiai alapfogalmak;
 - II. Elemek;
 - III. Szervetlen vegyületek;
 - IV. Szerves vegyületek,
- amelyek közül az I. fejezetet Tóth Géza, a II.—III.—IV. fejezetet Perczel Sándor írta.

A tankönyv minden fejezete — ahol ez lehetséges — kísérletekkel indul, s az ezekből leszűrt tapasztalatokra építi fel az elméletet. Az egyes tanórai anyagok feldolgozása általában a következő: emlékeztető kérdések, kísérletek, az anyag lebontása, kérdések-feladatok. Ezek egymástól való elválasztását az egyes oldalak szélén különböző jelekkel oldottuk meg.

A tankönyvben található 150 db kétszínnyomású ábra igen szemléletes, korszerű, a tananyag feldolgozását nagymértékben könnyíti.

A szerzők törekedtek arra, hogy a tanulók az elméleti ismeretek elsajátítása mellett kellő anyagismeretet is szerezzenek. A kísérletek leírása, elemzése arra szolgál, hogy ha a kísérletet valamilyen oknál fogva nem áll módunkban bemutatni, a tanuló a leírásból és a magyarázó szövegből a jelenség lefolyásáról és okairól kellő képet kapjon.

Az emlékeztető kérdések azon fogalmak felelevenítését szolgálják, amelyek ismerete a következő anyagrészhöz szükséges.

A törzs- és kiegészítő anyagot különböző betűfokozatból szedettük, de a tanórai anyagrészek után található összefoglalásokban minden esetben megtalálhatók összefüggéseikben azok a fogalmak, amelyek ismerete feltétlenül szükséges.

Az összefoglalások után található kérdések, illetve feladatok feldolgozása a fogalmak megértésének, ill. elsajátításának fokára adhatnak útmutatást.

A tankönyvben olvasmányok is szerepelnek, amelyek a fogalmak, jelenségek jobb megértését, az anyag érdekesebbé tételét szolgálják.

A párhuzamos tankönyv formátuma eltér az előzőtől, kisebb alakú, és kisebb terjedelmű is (21,5 ív, 344 A/5-ös oldal).

A két — azonos tantervre épült — tankönyv didaktikájában tehát lényeges eltérés van, és így reméljük, hogy a kedves Kartársak az egyéniségüknek, adottságainak, lehetőségeinek megfelelőbbet tudnak majd választani, és munkájuk eredményességét ezáltal fokozni.

Folyóiratszemle

CHEMIE IN DER SCHULE

1974/8—9/390 G. Hauschild:

Szakelőadó-terem létesítése

A szerző leírja és 5 fényképfelvétellel szemlélteti egy egyszerű tanterem átalakítását kémiai gyakorlóteremmé egy falusi iskolában. A kétszemélyes, csővázás tanulóasztalokat a padlóhoz rögzítették a rázódás, csúszás és felborulás megakadályozására. A hiányzó taneszközök elkészítésére a szerző szakkört szervezett. Ennek munkáját az SZMK és az iskolát patronáló üzem hatékonyan támogatta. A legfontosabb eszközök számára fából vályúkat készítettek, s bennük kémcsőállvány, edényzet, desztillált víz, vegyszeres kanál, borszeszegő stb. kapott helyet. A vegyszerkészletet is hasonló, hosszú, keskeny, fából készített tartókban helyezték el. Mindkét tárolóeszköz a tanulóasztalra tehető; lecsúszásukat szögvas rúd akadályozza meg. Még a kis méretű asztalokon is marad hely a füzetek és könyvek részére. Elméleti órák közben az eszközök falipolc-rendszeren tárolhatók, amelyet guri-guri függöny takar. Figyelemre méltó a házirend, amelynek három fontos pontja: 1. Tanár távollétében nem léphet be tanuló a kémiaterembe. 2. Ha tanuló van bent, akkor a tanár nem hagyhatja el a termet. 3. Gyakorlati óra előtti és utáni szünetben a kémia-tanár nem osztható be folyosó- és udvarfelügyeletre. — Különös gondot kell fordítani az eszközök ki- és berakására: a módszeres és fegyelmezett lebonyolítást a tanulókkal előzetesen gyakoroltatni kell.

PRAXIS DER NATURWISSENSCHAFTEN

1974/1/25 J. Schich:

Könnyen olvadó ötvözetek

Az alacsony olvadáspontú ötvözetek legfontosabb összetevője a bizmut. Tűzbiztonsági készülékekhez Bi-Sn-Pb-Hg ötvözetet használnak fel, amelynek olvadáspontja 45 °C. A fémöntés alapelveinek szemléltetésére is a könnyen olvadó ötvözetek a legalkalmasabbak. Fontos, hogy kevésbé oxidálódjanak, ne váljanak dűrván kristályossá, és a formától könnyen elválaszthatók legyenek. Legjobbak a lehűlés közben kissé táguló anyagok, mert a kész ötvövény ezáltal válik részleteiben is pontossá.

Néhány közismerten alacsony olvadáspontú ötvözet összetétele súlyarányokkal:

Wood-féle fém	op. 76 °C	Bi-Pb-Sn-Cd	4 : 2 : 1 : 1
Lipowitz-féle fém	op. 80 °C	Bi-Pb-Sn-Cd	15 : 8 : 4 : 3
Rose-féle fém	op. 94 °C	Bi-Pb-Sn	2 : 1 : 1

A Rose-féle fém komponenseiből más olvadáspontú ötvözetek is előállíthatók; kristályosodási tulajdonságaik jobbak.

Bi-Pb-Sn	8 : 5 : 3	op. 80 °C
Bi-Pb-Sn	5 : 2 : 3	op. 100 °C
Bi-Pb-Zn	8 : 8 : 3	op. 108 °C
Bi-Pb-Sn	8 : 8 : 3	op. 130 °C

E legutóbbi a műszakilag közhasználatú kliséfém.

Az elkészítés vaskanálban vagy vastégelyben történhet úgy, hogy a legmagasabb olvadáspontú fém olvadékához adagoljuk a többi, és fémpálcával jól összekeverjük. A hőmérséklet az olvadáspontnál ne legyen sokkal magasabb. A salakot kartonpapírral távolítsuk el. Csepegtessük ezután az ötvözetet teljesen tiszta, hideg tárgyra, majd a megtisztított tégelyben olvasszuk meg újra. Négyezer-ötször (!) kell mindezt elvégezni egy-egy adaggal, hogy megtisztuljon. Legvégül egy átszúrt csúcsú szűrőpapír tölcserén keresztül öntsük edénybe.

Karakas Gábor
vezető tanár

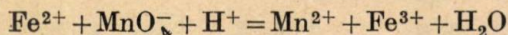
kémiai fejtörő



Feladatok:

1. Egy háromértékű és egy kétértékű sav nátriumsójának molekulasúlykülönbsége: 22. A két sav molekulasúlya egyenlő, bizonyítsuk ezt be. (Írjuk fel a két vegyület képletét is.)
2. Számítsuk ki 1 liter normál állapotú, 50 súly% N_2 -t és 50 súly% CO_2 -t tartalmazó gázelegy tömegét. Mi történik, ha 1 liter ilyen gázelegyet 50 gramm 10 súly%-os NaOH oldaton bocsátunk át — a számításból következtessünk a reakcióra, amelyet ionegyenletben tüntessünk fel. (Atomsúlyok: N=14, O=16, C=12, Na=23, H=1.)
3. 100 liter 1 at nyomású, 20 °C hőmérsékletű kén-dioxidból és nitrogénből álló gázelegyet 5 liter 0,2 mólos $KMnO_4$ -oldaton buborékkoltatunk át. Az MnO_4^- -ion a kén-dioxidot szulfáttionná oxidálja, miközben Mn^{2+} -ionná redukálódik. (Írjuk fel a reakció egyenletét!) A buborékkoltatás befejezése után visszamaradt $KMnO_4$ oldat 10 ml-ét megsavanyítjuk, majd 0,5 mólos

FeSO₄-oldattal titráljuk. A következő, *kiegészítendő egyenlet* szerinti reakció játszódik le:



A 10 ml KMnO₄ oldatra 16 ml 0,5 mólos FeSO₄ oldat fogy.

Hány térfogat% kén-dioxidot tartalmazott a gázelegy (a számításnál feltételezzük, hogy az átbuborékoltatott kén-dioxid teljes egésze reagál a káliumpermanganáttal, és eközben az oldat térfogata nem változik)?

A feladatok megoldását 1977. május 30-ig kérjük beküldeni az alábbi címre:

ORSZÁGOS PEDAGÓGIAI INTÉZET

Természettudományi Osztály

Kémia Fejtörő

1406 Budapest, Gorkij fasor 17—21.

Az 1976/4. szám feladatainak megoldásai

1. $2\text{COS} = 2\text{CO} + \text{S}_2$

Egyensúlyi koncentrációk:

$$[\text{COS}] = 3 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \quad 1/7 \text{ rész}$$

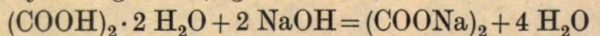
$$[\text{CO}] = 12 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \quad 6/7 \text{ rész}$$

$$[\text{S}_2] = 6 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$K_d = [\text{S}_2][\text{CO}]^2 = 96 \cdot 10^{-3} = [\text{COS}]^2$$

$$\alpha = \frac{\text{elbomlott mólok száma}}{\text{összes mólok száma}} = 0,8$$

2. A feladatban elírás történt, a megadott mennyiségű NaOH-oldat nem 0,1, hanem 1 gramm kristályos oxálsavra fogy. Helyes megoldásként fogadtuk el azt is, amely bizonyította, hogy az A és B oldatokból normáloldat nem készíthető. A helyes megoldás (1 g oxálsavra) a következő:



1 g oxálsav egyenértékű 23 ml NaOH-oldattal

63 g „ x

$$x = 1449 \text{ ml}$$

Ebből számítva az A oldat 0,69 normál.

Hasonló megfontolás alapján a B oldat 1,38 normál töménységű.

$1,38 V_1 + 0,69(1000 - V_2) = 1000$ összefüggésből

$$V_1 = 449,5 \text{ ml.}$$

Az A oldatból tehát 449,5 ml, a B oldatból 550,5 ml szükséges a kívánt oldat elkészítéséhez.

3. $2\text{KI} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{KNO}_3 + \text{PbI}_2$

332 g 331 g

2 g 3 g

A fentiekből következik, hogy az ólom-nitrát marad feleslegben.

332 g KI 461 g PbI₂

2 g x

$$x = 2,77 \text{ g PbI}_2$$

100 g víz 0,31 g PbI₂-ot old

x 2,77

$$x = 893,5 \text{ g víz}$$

200 g oldat—5 g = 195 g víz.

A csapadék teljes feloldásához tehát $893,5 - 195 = 698,5 \text{ g}$ vizet kell hozzáönteni.

Az 1976/4. szám feladatait helyesen oldották meg:

Bagodvitenyed, Ságvári Endre Gimnázium: Tóth Tamás
Balassagyarmat, Balassi Bálint Gimnázium: Gondos Ágota, Miklósik Márta
Békéscsaba, Rózsa Ferenc Gimnázium: Dávis Zsuzsanna, Guba Gizella, Guba Lajos, Gálík György, Koti Lóránd, Medovrszky László, Pintér Lajos, Rónavölgyi Erzsébet, Svetz Mihály, Szabó Mátyás, Szalai Erzsébet
Budapest, I. István Gimnázium: Czíkó László, Pálvölgyi Róbert, Seres Péter
Irinyi János Vegyipari Szakk.: Fülöp Vilmos, Kada Attila
Veres Pálné Gimnázium: Boytha Péter, Turányi Tamás, Romány Anna
Csorna, Hunyadi János Gimnázium: Giczi Zoltán
Debrecen, Tóth Árpád Gimnázium: Vezendi Judit
Eger, Gárdonyi Géza Gimnázium: Dobányi Sándor, Gyémánt Gyöngyi, Homonnai Zoltán, Marton Sándor
Esztergom, Dobó Katalin Gimnázium: Körmöndi Klára, Kulcsár Ibolya, Mehler Sándor, Reményi Zsolt, Tasi Gyula, Vojczek Éva
Győr, Kazinczy Ferenc Gimnázium: Horváth László
Révai Miklós Gimnázium: Jankó Tamás, Tóth Klára
Hajdúböszörmény, Bocskai István Gimnázium: Lőrincz Gábor
Kaposvár, Tancsics Mihály Gimnázium: Dankházi Tibor
Keszthely, Vajda János Gimnázium: Varga Anikó
Kiskunhalas, Szilády Áron Gimnázium: Földi Erzsébet
Komló, Kun Béla Gimnázium: Bognár Livia
Miskolc, Földes Ferenc Gimnázium: Kiss Gyula, Tiszai Attila
Nagykanizsa, Landler Jenő Gimnázium: Bentzik Zsuzsanna
Nyíregyháza, Zrínyi Ilona Gimnázium: Borbély György
Siklós, Tancsics Mihály Gimnázium: Farkas Gabriella, Harmat Imre, Szücs László
Szekeşárd, Garay János Gimnázium: Pasinszky József
Szolnok, Verseyhy Ferenc Gimnázium: Fehér Zoltán, Jekő József
Tiszavasvári, Váci Mihály Gimnázium: File Melinda, Herczeg Attila, Legány Mária
Zalaegerszeg, Ságvári Endre Gimnázium: Császár Attila

Felhívjuk a kedves Kartársak figyelmét, hogy 1977 januárjában a szakközépiskolai közismereti kémia eredményesebb oktatásának elősegítése érdekében új segédesszkozt jelentettünk meg, **Tanári kézikönyv a szakközépiskolai kémia tanításához** címmel.

A tanári kézikönyv Zilay Ferencné országos vezető szakfelügyelő és dr. Vanyek Béla vezető szakfelügyelő munkája.

A szerzők az általuk legeredményesebbnek vélt módszereket bocsátják ebben a Kartársak rendelkezésére, hogy azok közül a legalkalmasabbak kiválasztásával, illetve továbbfejlesztésével az oktató-nevelő munka eredményességét fokozhassák.

СОДЕРЖАНИЕ

Д-р Ф. Терек: О структуре электронов атома на уровне выше уровня средней школы	33
Д-р Е. Кореш: Атомные лучи	39
Д-р Л. Балаж: Обучение окислительно-восстановительных реакций	43
Е. З. Орбан: О материале нового учебного плана для второго класса гимназий .	47
Деак—Параи—Гемери: Доклад о результате измерения химического учебного плана для начальных школ, II.	54
И. Мате: Курсы усовершенствования преподавателей химии в Румынии	58
Д-р И. Хронски: Химический учебный конкурс в 1835-году	59
<i>Химическая головоломка</i>	

INHALT

Dr. Török Ferenc: Über die Elektronenstruktur der Atome auf einem die Mittelstufe überrtreffenden Niveau	33
Dr. Kőrös Endre: Über den Atomradius	39
Dr. Balázs Lóránt: Unterricht der Redox-Vorgänge	43
Frau Z. Erzsébet Orbán: Über den Lehrstoff der 2. Klasse des neuen Gymnasial-Lehrplans	47
Déák—Pápai—Gömöry: Bericht über die Messungsergebnisse des Chemie-Lehrplansversuches in den Grundschulen II	54
Frau János Máté: Weiterbildung von Chemielehrern in Rumänien	58
Dr. Hronszky Imre: Chemi-Studionwettbewerb in 1825	59
<i>Chemierätsel</i>	

CONTENTS

Dr. F. Török: On electron structure of atoms at higher than grammar-school level	33
Dr. E. Kőrös: On atomic rays	39
Dr. L. Balázs: The teaching of redox reactions	43
E. Z. Orbán: On teaching material of the new curriculum for the second classes of grammar schools (age fifteen-sixteen)	47
Déák—Pápay—Gömöry: Reports on test results of experimental chemistry-curriculum for elementary schools, II.	54
J. Máté: Refresher-courses of chemistry teachers in Roumania	58
Dr. I. Hronszky: Interschool competition the year: 1835.	59
<i>Chemical puzzle</i>	

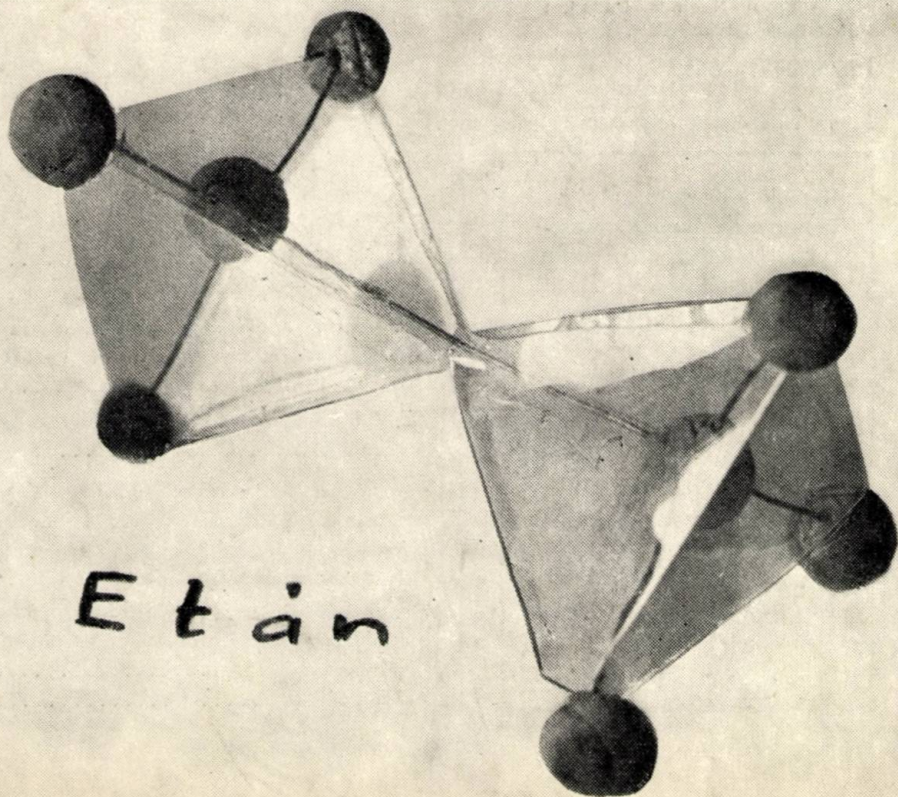
A KÉMIA TANÍTÁSA

1977

3

XVI. ÉVF.

Az Oktatási Minisztérium módszertani folyóirata



A KÉMIA TANÍTÁSA

AZ OKTATÁSI
MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA

SZERKESZTŐ:

DR. BALÁZS LÓRÁNT

Szerkeszti:

A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

Szerkesztőség:

1406 Budapest VII., Gorkij fasor 17. Országos Pedagógiai Intézet Kémiai Tanszéke. Telefon: 228-238, 228-203, 229-275, 228-609, 228-823. — Kiadja a Tankönyvkiadó, 1363 Budapest V., Szalay utca 10-14. — A Kiadásért felelős a Tankönyvkiadó igazgatója. — Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI, Budapest V., József nádor tér 1., telefon: 180-850. postacím: 1900 Budapest) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj egy évre: 14,— Ft.

8454 — Révai Nyomda. Budapest
F. v.: Bede István

ISSN 0451—6419

Megjelenik évente négyszer

Kérjük a Kartársakat, hogy közlésre szánt cikkeiket gépelve, két példányban küldjék meg a szerkesztőség fenti címére. — A papírlapnak csak egyik oldalára, kettes sortávolsággal írjanak. Egy-egy oldalra 30 sort gépeljenek. A sor hossza 66 betűhely. A cikkek terjedelme legfeljebb 4—5 gépelt oldal lehet. A rajzokat, táblázatokat külön lapon, megfelelő ábraszöveg-gel (aláírással) ellátva küldjék be.

Szerkesztőség

A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

Hinora Sándorné, Kovács László, dr. Körner Miklós-né, Michalovszky Csabáné, dr. Pataki László, dr. Rácz Fodor Benő, dr. Rozgonyi Jánosné, Sárdi Béláné, dr. Szucs László

TARTALOM

<i>Palatinszky Vilmos</i>	65
<i>Gedeon Péterné: Modellezzünk együtt</i>	66
<i>Michalovszky Csabáné: Új kiadványok és taneszközök az I. és II. osztályos gimnáziumi kémia tanításához</i>	69
<i>Dr. Balázs Lóránt: A redoxreakciók tanítása II.</i>	74
<i>Balogh József: A gázelemzés mérési módszerei és alkalmazásai</i>	83
<i>Hronszky Imre: Ipari igények és az alaptudományi kutatómunka fejlődése</i>	89
<i>Dr. Sárkány Tibor: Az általános iskolai kémiai szakköri munka megnövekedett jelentőségéről</i>	92
<i>Kémia fejtörő</i>	95

Palatinszky Vilmos
(1911 – 1977)

Megrendülten veszünk búcsút *Palatinszky Vilmos* nyugalmazott főiskolai docenstől, aki 1977. május 18-án végleg eltávozott körünkből.

Nevelői munkásságát népiskolai tanítóként kezdte szülőfalujában Bácsalmáson, majd Pécssett folytatta általános iskolai tanárként. Kiemelkedő pedagógiai és metodikai felkészültségét, adottságait és tapasztalatát hasznosíthatta 1953-tól, mint a Pécsi Tanárképző Főiskola Kémiai Tanszékének oktatója. Ebben a minőségben a tanárjelöltek gyakorlati képzését irányította 1975-ben történt nyugalombavonulásáig. Munkáját az őszinte hivatásszeretet, a kémia szakos tanárképzés ügyéért érzett harcoss lelkesedés jellemezte. A gyakorló iskolában és a kémiai tanszéken eltöltött évtizedek alatt a kémia szakos tanárok százait nevelte elismerésre méltó eredménnyel.

Munkaszeretetét, a nevelőmunka iránti lelkesedését követendő példaképnek tekintjük, emlékét szívünkben őrizzük.

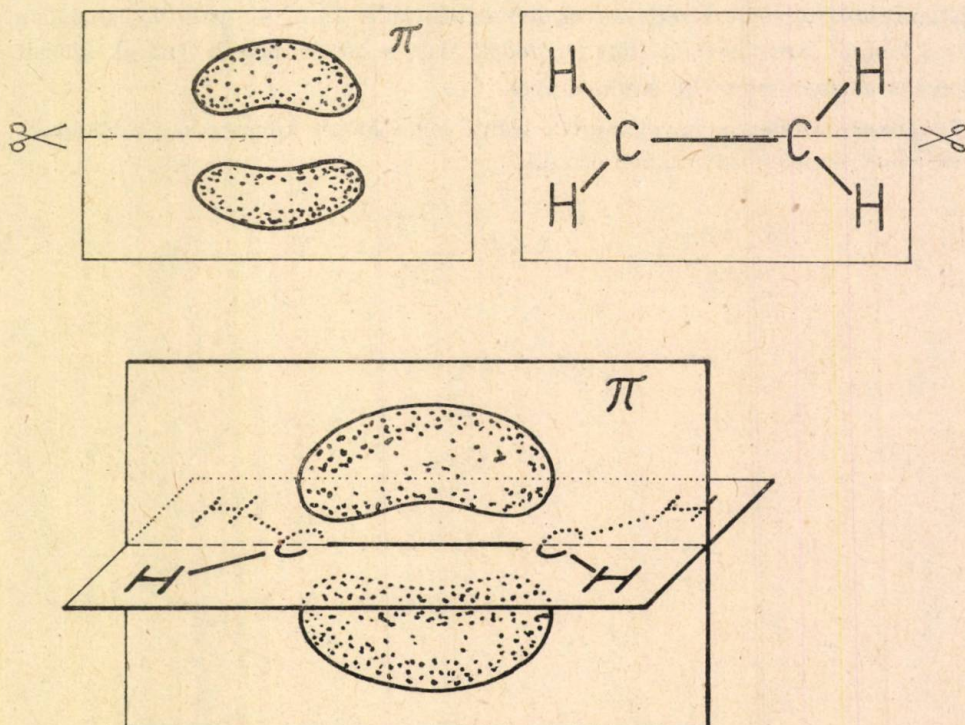


Modellezzünk együtt

Az 1976. szeptemberben bevezetett új gimnáziumi kémiatanterv merőben más módszertani feladatok megoldását kívánta meg tőlünk, kémiatanároktól. Elsődleges kérdés az volt a számunkra, hogyan vihető közel a 14 éves tanuló gondolatvilágához a tananyag komoly elméleti síkon mozgó ismeretanyaga (kvantumszámok, atompálya stb.).

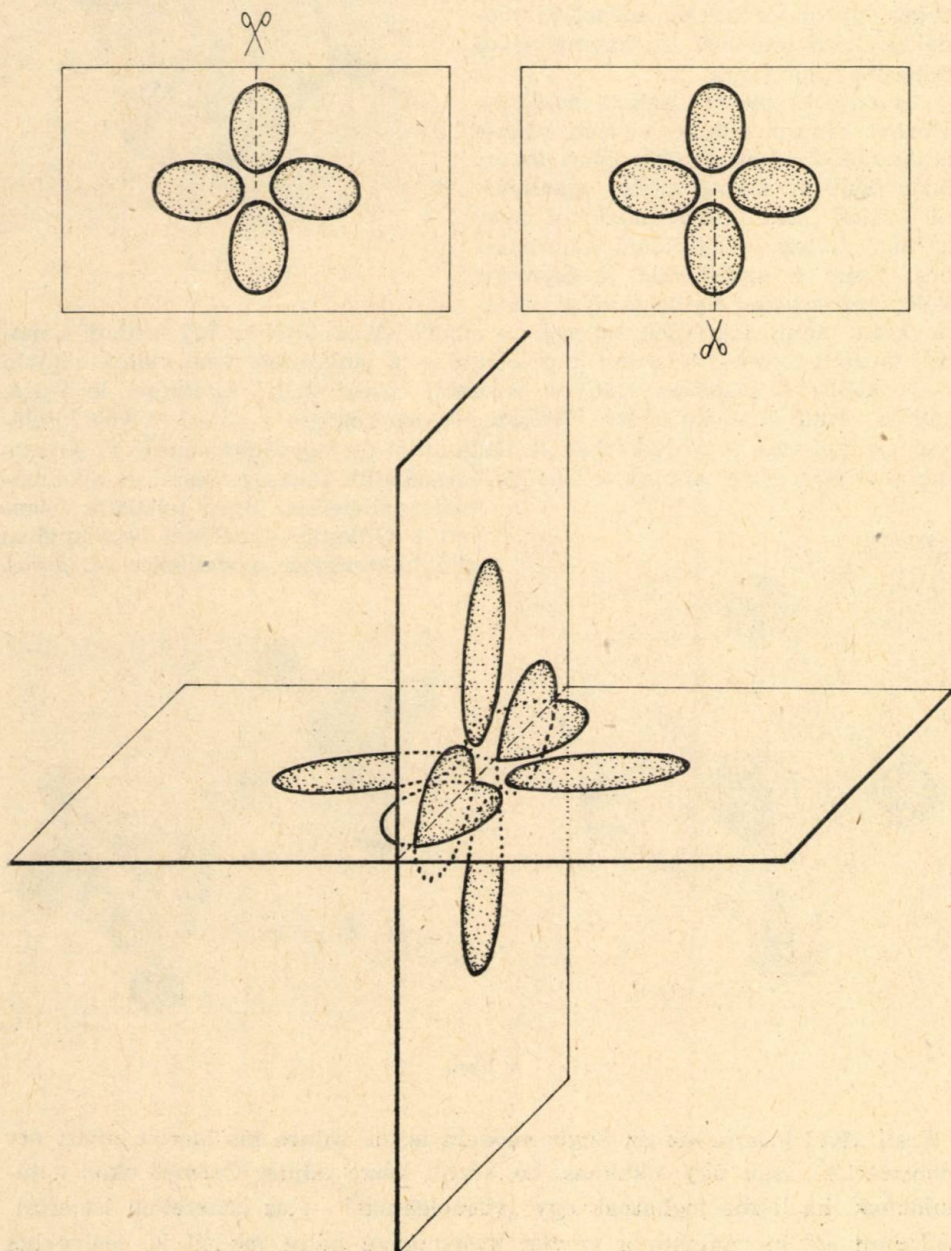
Mivel konkrét kísérletek bemutatására igen kevés mód nyílik — a tananyag ritkán kínál erre lehetőséget —, így a vizuális érzékelés olyan területeit kellett keresni, melyek a tanulók életkori sajátosságainak megfelelnek, de ugyanakkor mindezt a tudományosság elvének megsértése nélkül tegyük. A széles körben használt vizuális segédeszközök (film, írásvetítő, diafilmek) alkalmazása mellett tapasztalataink szerint a fenti feladatok megoldásában a modellezés hasznos segítséget nyújtott tanárnak, diáknak egyaránt.

Az absztrakciót igénylő témaköröknél különösen fontos, hogy a magyarázathoz a megértéshez szemléletességet biztosító modelleket használjunk. Egy modell kézbe vétele, megfigyelése, összeállítás, valamint tervezése és elkészítése a tanulóktól szükségszerűen aktivitást kíván, és tartós élményt vált ki bennük.



1. ábra

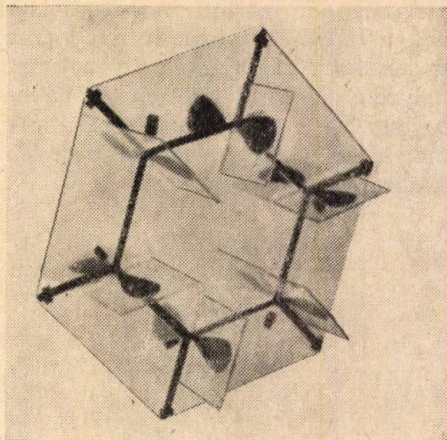
A nagyobb méretű demonstrációs modellek mellett ezért találtuk szükségesnek a tanulókat olyan irányban ösztönözni, hogy mindenki saját használatra is készítsen modelleket. Ilyenek készültek fóliából „Az atompályák térbeli helyzete” és a „ π -kötések térbeli helyzete” témákból. Ezeket a tanulók összehajtogatva a füzetükben tárolják, amelyek az otthoni felkészülést, illetve elmélyülést is segítik, valamint az órai munkában bármikor felhasználhatók (1., 2. ábra).



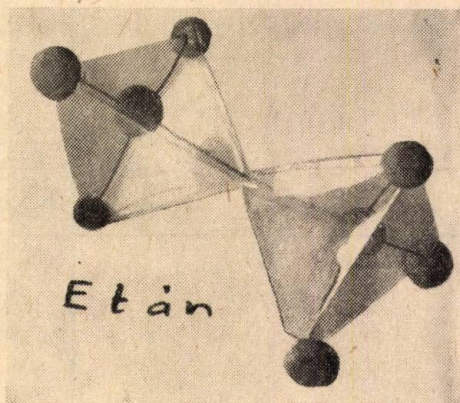
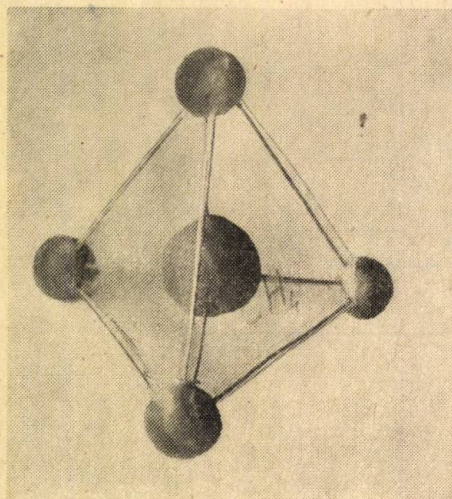
2. ábra

Modellezést igényel a delokalizált elektronok legegyszerűbb és legáttekinthetőbb modellje a benzol orbitálmodell is. Ennél a modellnél — mely szintén egyéni munka — jól látható, hogy a tanuló a benzol térszerkezetét tisztán látja, helyesen értelmezi. Ezt az eredményt csak az ezt megelőző modellek készítésével és használatával érhetjük el (3. ábra).

Az öntevékenyen készített modellek jelzik a tanárnak, hogy elsajátították-e a tanulók az ismereteket olyan fokon, hogy önállóan alkotó módon alkalmazni tudják. Ezzel újabb adalékot nyer a tanár a tanuló sokoldalú elbírálásához. Ezért a modellezési tevékenység különösen értékes, ha az elméleti ismereteket a tanuló sokrétűen kapcsolja a modell elkészítéséhez. Így például a modell megtervezéséhez szorosan kapcsolható — a táblázatból vett adatok alapján — a kötéstávolságokkal arányos összekötő „rudacskák” kimérése, levágása, amit a tanuló önállóan végez. Kötésszögek ismeretében a kötési helyek kijelölésének tervezése is csatlakozhat. A táblázatból összegyűjtött adatok is életszerűbbé válnak, ha a tanulók felismerik használatuk szükségességét, és alkalmazási területeiket. Ilyen feladatot jelentett a Gillespie elmélettel összhangban álló térszerkezet modellezése (4. ábra).

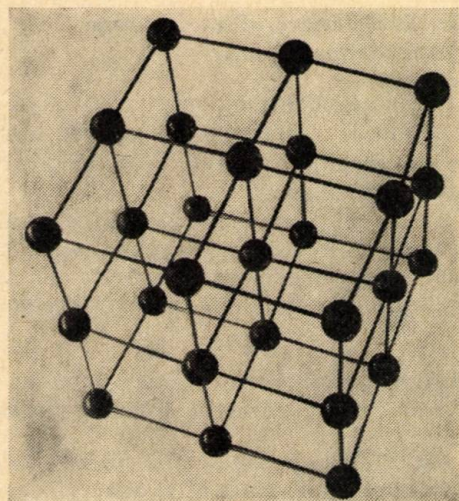
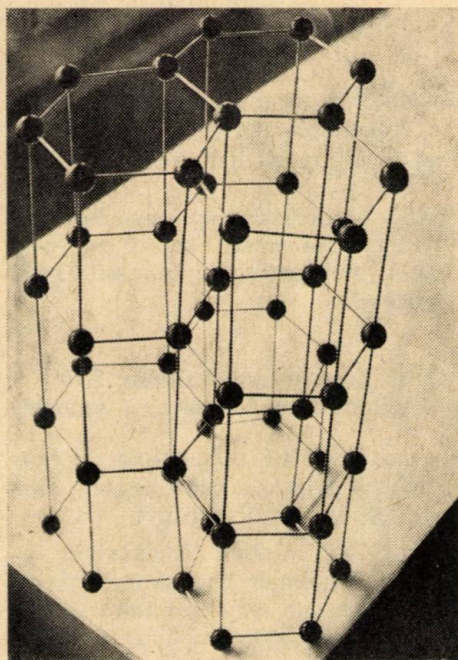


3. ábra



4. ábra

Ezen kívül használjuk az Eugon-modellt is, de sajnos kis mérete miatt demonstrációra csak úgy alkalmas, ha kézzől kézre adjuk. Örömet okoz a tanulóknak, ha kézbe foghatnak egy „vízmolekulát” — az ismeretlen ismerőst. Valamint jól használható a szovjet gyártmányú pálca modell is, melyekből összerakható a kőso, a gyémánt és a grafit kristályszerkezete (5—6. ábra).



6. ábra

5. ábra

Ezeket, valamint a jól sikerült egyéni készítményeket összeállított formában üvegszekrényben a folyosón kiállítottuk, hogy bármikor megtekinthetők, hozzáférhetők legyenek a tanulók számára a tanórán kívül is. Ez a megoldás a kémia óra előtti passzív várakozást aktív szemlélődéssé alakítja, szolgálja az ismeretanyag felelevenítését, elmélyítését és nem utolsósorban motiválja a tanulókat az otthoni modellezésre. Minél több lehetőséget nyújtanak a modellek az aktív tanulói munkára, annál inkább fejlesztik az alkotó tevékenységet, és örömet okoznak ami a munkára való nevelés hatékonyságát is növeli, a tananyag mélyebb elsajátítása mellett.

MICHALOVSKY CSABÁNÉ
felelős szerkesztő, Budapest

Új kiadványok és taneszközök az I. és II. osztályos gimnáziumi kémia tanításához

Tanterv

A tanterv a gimnázium I—II—III. osztályára lebontva tartalmazza a kémia feladatát, a kémia tanítási anyagát (törzs és kiegészítő anyagra bontva), valamint a követelményeket. A gimnázium I. osztályának anyagához részletes követelményrendszer található a tantervben, a többi osztály anyagához a követelményrendszer csak vázlatos (ezek kidolgozása a megfelelő tankönyvvel együtt történik).

Dr. Kőrös Endre—Pintér Imréné
Kémia, Gimnázium I.

A tantervben megfogalmazott célok és feladatok szellemében íródott a gimnáziumi I. osztályos tankönyv. A tantervnek megfelelő tanítási anyagot világosan fogalmazott formában, módszertanilag és tipográfiaiilag kellően feldolgozva tartalmazza.

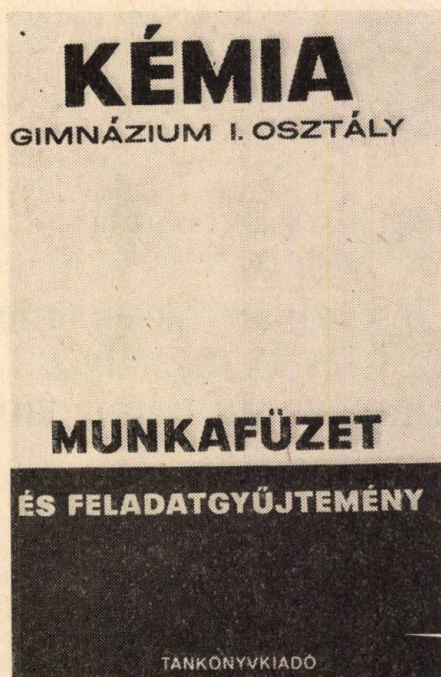
A tankönyv minden fejezet után csak néhány — a törzsanyag megértését ellenőrző — kérdést tartalmaz, numerikus feladatok jóformán nem is szerepelnek benne. Ennek magyarázata az, hogy 1977 szeptemberére munkafüzettel egybekötött kémiai feladatgyűjtemény is megjelenik.

Balázs Lórántné dr.—Becker Istvánné dr.—Kiss Zsuzsa—dr. Szereday Éva
Kémiai munkafüzet és feladatgyűjtemény a gimnázium I. osztálya számára

Az 1977/78-as tanévtől kerül bevezetésre a gimnázium I. osztályában az egybekötött munkafüzet és feladatgyűjtemény. Szerzői gyakorló pedagógusok, akik sok éves tanítási tapasztalataik alapján készítették el ezt a kiadványt.

A munkafüzet a tankönyv anyagának sorrendjében minden témakörhöz tartalmaz feladatokat, amelyek elsősorban az új fogalmak begyakoroltatására szolgálnak. Minden fejezetben található olyan kérdés is, amely a tanultak alkalmazását igényli. A nagyobb témakörökhöz (atomszerkezet, molekulaserkezet, anyagi halmazok) összefoglalás is tartozik.

A feladatgyűjtemény szintén a tankönyvi sorrendnek megfelelően, kizárólagosan a törzsanyaghoz ad elméleti és numerikus feladatokat. Összesen 163 kérdés, illetve feladatot tartalmaz azok megoldásaival együtt.



Tanári kézikönyv

KÉMIA

Gimnázium

Tankönyvkiadó

Balázs Lórántné dr.—Pintér Imréné
Tanári kézikönyv a gimnáziumi
I. osztályos kémia tanításához

Az új koncepciójú tananyag meg-
tanítása a hagyományos módszerek
közül a megfelelőek kiválasztását, új
módszerek kidolgozását és alkalmazá-
sát igényli. A módszerek megfelelő
megválasztásához, a tanórai anyag
feldolgozásához ad segítséget a gimnáziumi I. osztályos kémiaanyaghoz író-
dott tanári kézikönyv.

A gimnáziumi I. osztályos kémia
tananyag nagy része elméleti jellegű,
amelyhez a kísérleteket, a szemléltet-
és módjait ki kellett dolgozni. Balázs
Lórántné dr., aki a tanári kézikönyv-
ben a tanórákra felosztott tankönyvi
anyag egy lehetséges feldolgozását ír-
ta le, úttörő munkát végzett e téren.
Kísérleteit, a szemléltetés lehetséges
módjait ezúton bocsátja a kémiataná-
rok rendelkezésére.

Az igen sok ötletet, hasznos szakmai és módszertani tanácsot tartalmazó
kézikönyv remélhetően a kémiatanárok munkájának hasznos segítőjévé válik.

Dr. Balázs Lóránt—Z. Orbán Erzsébet

A gimnáziumi kémiatanítás korszerűsítése I.

(A kémiatanítás tartalmi megújítása, Gimnázium I.)

A szerzők, mint az Országos Pedagógiai Intézet munkatársai, kezdeményezői
és tevékeny résztvevői voltak a gimnáziumi kémiatananyag megújításának,
ami végül is az új tanterv megalkotásához és elfogadtatásához vezetett. Köny-
vükben, amely az OPI gondozásában jelent meg, az I. osztályos gimnáziumi
kémia tantervet elemzik részletesen. Kifejtik az előrelépés szükségességét, a
tanterv logikai felépítését, a fogalmak rendszerét, a tanterv realizált eszközei-
nek (tankönyv, munkafüzet, feladatgyűjtemény, tanári kézikönyv) koncepcióit
stb. Részletesen tárgyalják a tanterven és tankönyvön végighúzóó energetikai
tárgyalásmód helyességét, annak szaktudományi alapjait, következtetéseit és
eredményeit. Itt is megtalálhatjuk az I. osztályos tantervet, és a részletes kö-
vetelményrendszert.

Dr. Nyilasi János—Pintér Imréné

Kémia, Gimnázium II.

Az 1977/78-as tanévben bevezetésre kerülő gimnáziumi II. osztályos kémia-
tankönyv a szerves kémia alapfogalmait tartalmazza. Formája, szerkezete,
felépítése hasonló az I. osztályos kémiatankönyvhöz.

A szerves kémia anyagának feldolgozása ahol lehet, kísérleti alapon történik. Igen nagy gondot fordítottak a szerzők arra, hogy a gimnázium I. osztályában megtanult kémiai alapfogalmak felhasználásra, alkalmazásra kerüljenek, és ezáltal a tantervnek megfelelő modern kémiai szemlélet tükröződjön a tankönyvben. A tankönyv szemléletes és gazdag ábraanyaga hatékonyan hozzájárulhat a kémiaoktatás eredményességéhez.

A második tankönyv — az elsőhöz hasonlóan — csak néhány feladatot tartalmaz, amelyet a tananyaghoz készült feladatgyűjtemény egészít ki.

Dr. Szereday Éva—Kiss Zsuzsa

Munkafüzet és feladatgyűjtemény a gimnázium II. osztálya számára

A gimnáziumi II. osztályos tankönyvvel egyidőben tudjuk a kartársak rendelkezésére bocsátani a második tananyaghoz készült munkafüzetet és feladatgyűjteményt.

A munkafüzet szerzője — dr. Szereday Éva — kihasználta a szerves kémia kínálta lehetőségeket, és igyekezett minél több egyszerű kísérlet alapján feldolgozni az új ismereteket. A munkafüzet feladatai egyaránt szolgálják az új fogalmak begyakorlását és alkalmazását is.

A feladatgyűjtemény szerzője — Kiss Zsuzsa — a tankönyvi sorrendnek megfelelően 297 — elsősorban numerikus — feladatot készített a tankönyv törzsanyagához.

A munkafüzet és feladatgyűjtemény formája, szerkezete, felépítése hasonló az első osztályos munkafüzet és feladatgyűjteményhez.

Balázs Lórántné dr.

Tanári kézikönyv a gimnáziumi II. osztályos kémia tanításához

Az új szemléletű szerves kémia anyag is igényli a tanítás során az új módszerek alkalmazását. A szerző a tanórai anyagfeldolgozás sikeresebbé tételéhez kíván ötleteivel, javaslatával hozzájárulni. A módszertani segítségen túl a szakmai tudás elmélyítését is szolgálja, a kémia legújabb eredményeit, új, korszerű szemléletmódját képviselve.

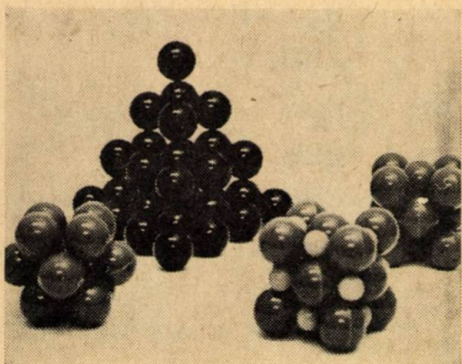
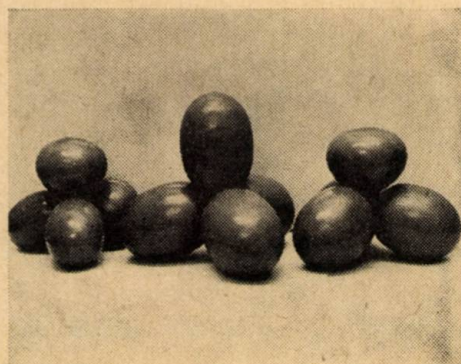
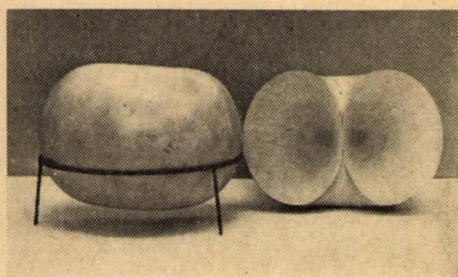
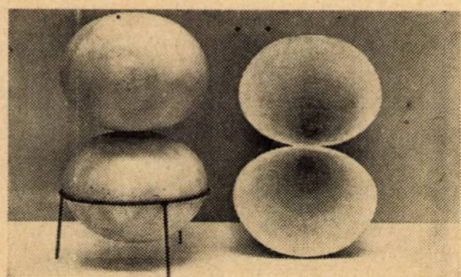
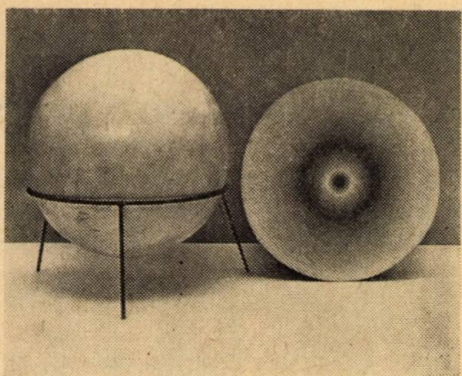
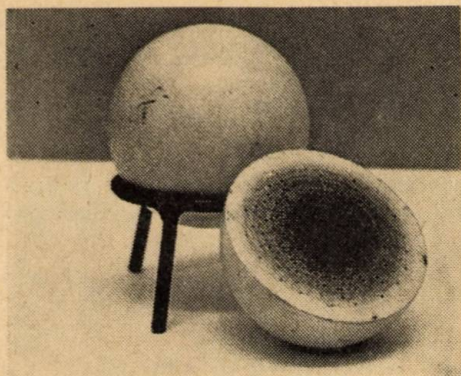
Taneszközök

A TANÉRT a kémia oktatásához nyújtott nélkülözhetetlen periódusos rendszert már egy éve elkészítette, jelenleg második kiadása van előkészületben. A periódusos rendszer tehát ez évben is megrendelhető.

A TANÉRT elsősorban az anyagszerkezeti ismeretek tanításának szemléletesebbé tétele érdekében modelleket készített, amelyek valószínűleg 1978 első felében már kaphatók lesznek. Ezek közül néhánynak fényképét a 73. oldalon közöljük.

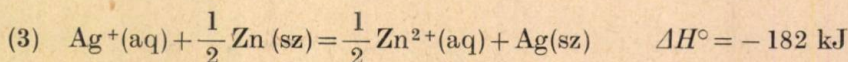
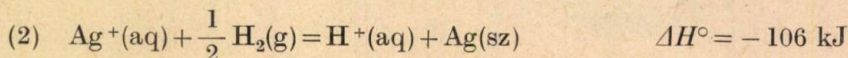
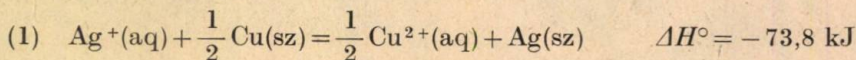
Szintén 1978 első felében lesznek kaphatók különféle falitáblák, amelyeket a Tanszerbizottság már elfogadott, és jelenleg gyártáselőkészítés alatt állnak. A falitáblák a következők: atomok elektroneloszlási táblázata, atomsugarak, ionsugarak, kovalens sugarak, standardpotenciál-táblázat.

1978-tól mindezek az eszközök a kémiatanítás szolgálatába állíthatók.

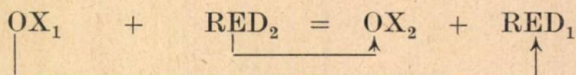


A redoxireakciók tanítása II.*

A redoxifolyamatok mélyebb értelmezéséhez induljunk ki néhány redoxi-reakcióból, amelyek mindegyike önként lejátszódik, és egyúttal kitűnő demonstrációs lehetőségeket is biztosít:

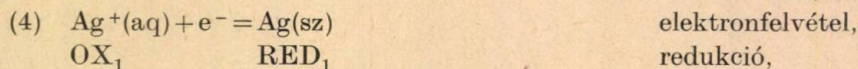


amelyek mindegyike általánosan felírható, ha az Ag^+/Ag rendszert (1)/ jelzésűként tüntetjük fel:

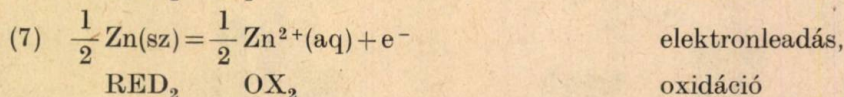
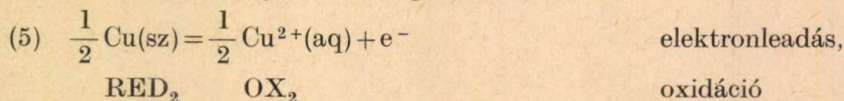


Az ezüstionokat tartalmazó oldatokba réz- vagy cinklemez helyezve, a lemezre ezüst válik ki, ezzel jelezve, hogy a redoxifolyamatok gyakorlatilag önként játszódhatnak le. Az is ismert, hogy hidrogéngázzal az ezüst redukálható — vagy ami ezzel egyértelmű, a (2) egyenlet megfordított reakciója: az ezüst (mint nemesfém) nem oldható fel erős sav oldatában, ahol $\text{H}^+(\text{aq})$ a hatógyök. (1)-től (3) irányában a reakcióhő mind negatívabb, azaz mind nagyobb hőmennyiség képződik, így várhatóan mind „hevesebb” reakcióról van szó.

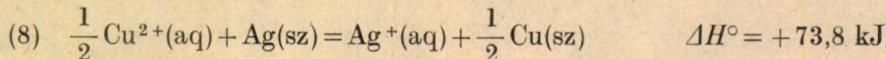
A reakciók „félegyenlete”:



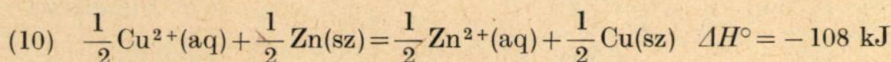
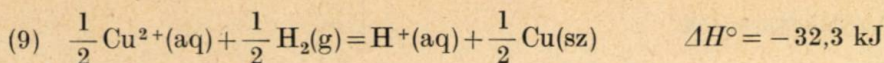
amelyhez a további folyamatok kapcsolódnak:



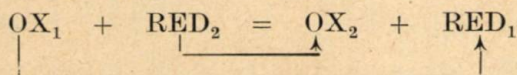
Az előbbiekhöz hasonlóan nézzük a következő reakciósort:



*A cikk folytatása A kémia tanítása 2. szám 43. oldalán (1977) megjelent dolgozatnak.



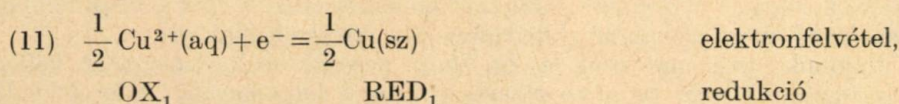
amelyek mindegyike általánosan:



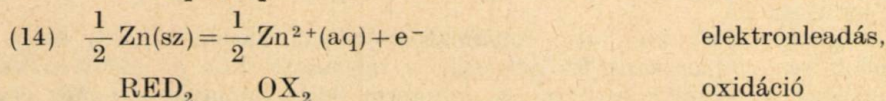
Rézionokat tartalmazó oldatba ezüstlemez helyezve nem következik be változás, ugyanakkor a reakció is nagymértékben endoterm, így nem is várható a folyamat önkéntes lejátszódása. A cinklemeznel azonban bekövetkezik az ezüstkiválás, és közismert, hogy a rézvegyületek hidrogénnel redukálhatók, vagy ami ezzel egyenértékű, a megfordított reakció nem játszódik le: a réz $\text{H}^+ - (\text{aq})$ oldatban nem oldható fel.

A (9)–(10) reakcióhője exoterm folyamatot jelöl, s ebben a sorrendben értéke nő.

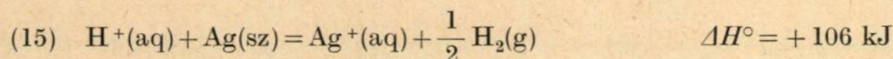
Megfigyelésre érdemes: a reakcióhők előjelének megváltozása a (8) valamint (9) és (10) összehasonlításakor! A „félreakciók”:



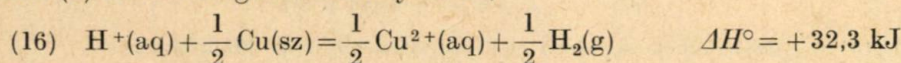
amelyhez kapcsolódó folyamatok:



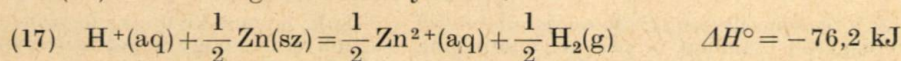
Különösen nagy érdeklődésre tarthat számot a következő reakciósor, amelyben az azonos reakciópartner a kiinduláskor a $\text{H}^+(\text{aq})$:



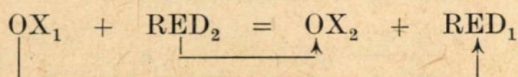
ami a (4) reakció megfordított folyamata,



ami a (11) reakció megfordított folyamata,



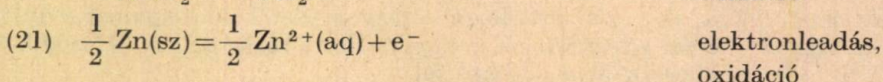
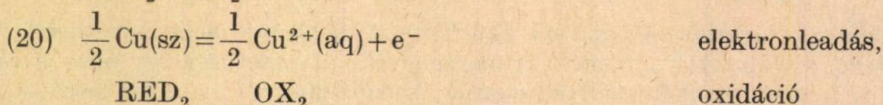
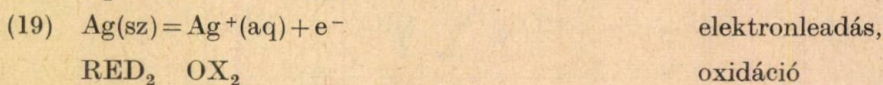
ahol a reakciók általánosan felírhatók a következő alakban:



és a részfolyamatok:



amihez kapcsolódó „félreakciók”:



A (15)–(17) reakciók fejezik ki az adott fémek és az erős savak oldatában található $\text{H}^+(\text{aq})$ – ionok egymásra hatását, a (15) és (16) reakciók nagymértékben endotermek, nem várható lejárásuk, ami a gyakorlati megfigyelésekkel összhangban van: a „nemesebb” fémek savban nem oldódnak hidrogénfejlődés közben. A (17) reakció közismerten lejárásodik: a cink savban oldódik. Kiemelendő a sorozatban az előjelváltás és a növekedés iránya.

Tulajdonképpen már csak a $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ hasonló reakciósorozatát kellene megvizsgálnunk, ami azonban ellenkező irányú folyamatként már a korábbiakban megtalálható, csupán a reakcióhő előjele lesz minden esetben pozitív (endoterm folyamatok), és a hidrogén-réz-ezüst sorrendben növekvő érték. Más szóval cinkionok oldatába helyezett ezüst- vagy rézlemez cink nem válik ki, illetve a cinkionok redukciója hidrogengázzal standard körülmények között nem következik be.

Az (1)–től (21) egyenletekig minden esetben azt vizsgáljuk, hogy a redoxi-reakciók során hogyan következik be az elektronleadás és -felvétel: mi adja le és mi veszi fel.

A nagymértékben endoterm folyamatoknál nem várhatjuk azt, hogy a megjelölt reakciópartnerek szolgáltatják a megadott úton az elektronokat. S minthogy a reakciók exoterm és endoterm volta önmagukban még csak következtetni engednek arra, hogy a folyamatok spontán lejátszódhatnak-e, de ez még nem elégséges a várható irányok egyértelmű meghatározásához.*

*Néhány alapvető összefüggés, amiből megítélhetjük, hogy valójában minden egyszerűsített esetben G° értékével arányos mennyiségekről esik szó:

$$\Delta G^\circ = -nF \Delta E^\circ = -96484 n \cdot \Delta E^\circ$$

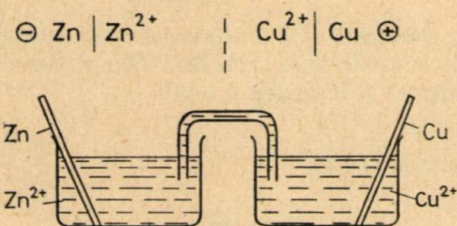
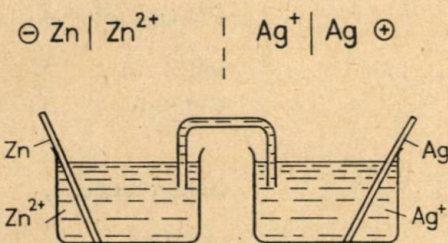
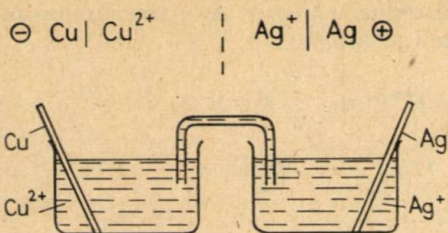
ahol ΔE° a galvánelemek standard elektródpotenciáljainak különbsége;

$$\Delta G^\circ = -2,303 \cdot RT \lg K = -5706 \lg K = 5706 \text{ pK}$$

ahol K a reakció egyensúlyi állandója, illetve $\text{pK} = -\lg K$, ha nem kívánunk logaritmus összefüggéssel számolni (a pH-hoz hasonlóan). Vegyük észre, hogy a két különböző összefüggésből összevonással a Nernst-egyenlethez jutunk:

$$-nF \Delta E^\circ = -2,303 \cdot RT \lg K$$

$$\Delta E^\circ = \frac{2,303 \cdot RT}{nF} \lg K = \frac{0,059}{n} \lg K = -\frac{0,059}{n} \text{ pK}$$



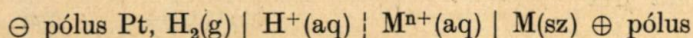
1. ábra

Termodinamikailag a standard szabadentalpia-különbség, ΔG° negatív értéke már következtetni enged mindegyikre — addig is, amíg e fogalommal nem dolgozunk, ezzel arányos mennyiségekből vezetjük le mondanivalónkat.

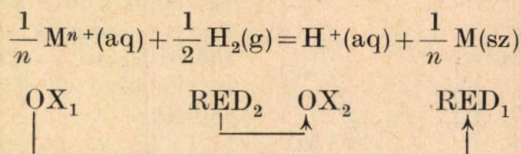
Az elektronleadás és -felvétel folyamatát térbelileg válasszuk el úgy, hogy a megfelelő egyszerű redoxirendszereket („félreakciók”) állítsuk elő, majd biztosítsunk közöttük elektromos átviteli lehetőséget (pl. „féligáteresztő hátrtyával”). A gyakorlatban ezt úgy valósítjuk meg, hogy pl. a kérdéses fémek saját ionjainak oldatába merítjük: ezüstöt az ezüstionok oldatába, rézet a rézionok oldatába, cinket a cinkionok oldatába helyezjük, és a két oldatot az előbbiek szerint csatlakoztatjuk (a mechanikus keveredést elkerülhetjük akkor is, ha az oldatokkal átítatott szűrőpapírsíkokat részben egymásra fektetjük, a megfelelő fémeket a csíkokra helyezjük) (1. ábra). Nehezebb megvalósítanunk a $\text{H}^+(\text{aq})/\text{H}_2(\text{g})$ egyszerű redoxirendszert, mert itt gázfázissal is dolgoznunk kell. Az ún. *standard hidrogén-elektrodot* a következő módon készí-

tik el: a $\text{H}^+(\text{aq})$ egységnyi töménységű oldatába platinalemezt helyezve úgy, hogy a platina felületének egy része 1 atm. nyomású ($1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$) hidrogéngázzal érintkezzen. Ugyancsak platina-elektrodot használunk akkor is, ha olyan redoxirendszert vizsgálunk, amelynek nem fém képviseli a redukált formát, pl. $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ egyszerű redoxirendszerről van szó. A körülmények standardizálására a továbbiakban mindig 25°C hőmérsékletre, 1 atm. ($1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$) nyomásra és egységnyi koncentrációra vonatkoztatunk. Ilyen esetben az egyszerű redoxirendszerbe merülő fémelektrod ún. *standard elektrodpotenciáljáról* beszélünk, ha azt reakciópartnerként a $\text{H}^+(\text{aq})/\text{H}_2(\text{g})$ egyszerű redoxirendszerhez (standard hidrogénelektroddhoz) kapcsoljuk. Más szavakkal a két egyszerű redoxirendszert galvánelemmé (cellává) kapcsoljuk. Az elektronok a fémelektrodok külső áramkörbe való kapcsolásakor a fémes vezetőn át jutnak az egyik pólustól a másikra: vagyis a közvetlen elektroncserére helyett az elektronokat külső áramkörbe kényszerítettük, elválasztva az oxidációs és redukációs folyamatokat a térben.

Nemzetközi megállapodás szerint a standard elektrodpotenciál abban a galvánelemben valósul meg, amelyben a cella jelölésekor a „bal oldali” a standard hidrogénelektrod:



a „jobb oldali” pedig a kérdéses egyszerű redoxirendszer. Az ilyen módon felírt galvánelemben a kettős redoxirendszer jelentése:



és a „félcellában” lejátszódó folyamatok:



és



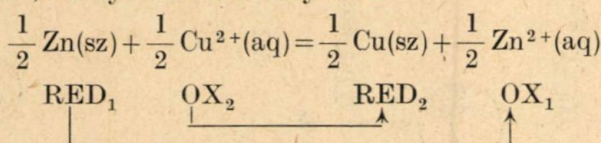
A táblázatban a cella jelölése mellett a standard elektródpotenciálok értékei is megtalálhatók, összhangban a (2), (9) egyenletekkel. A Zn²⁺/Zn egyszerű redoxirendszerre a (17) egyenlet megfordított folyamata érvényes.

Standard elektródpotenciálok

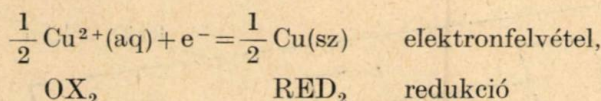
E° volt	Az elektród előjele	Elektródreakció
+0,80	Ag ⁺ /Ag	$Ag(s) \rightarrow Ag^+(aq) + e^-$ $Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$
+0,34	Cu ²⁺ /Cu	$\frac{1}{2} Cu(s) \rightarrow \frac{1}{2} Cu^{2+}(aq) + e^-$ $\frac{1}{2} Cu^{2+}(aq) + e^- \rightarrow \frac{1}{2} Cu(s)$
0	H ⁺ /H ₂	$\frac{1}{2} H_2(g) \rightarrow H^+(aq) + e^-$ $H^+(aq) + e^- \rightarrow \frac{1}{2} H_2(g)$
-0,41	Fe ²⁺ /Fe	$\frac{1}{2} Fe(s) \rightarrow \frac{1}{2} Fe^{2+}(aq) + e^-$ $\frac{1}{2} Fe^{2+}(aq) + e^- \rightarrow \frac{1}{2} Fe(s)$
-0,76	Zn ²⁺ /Zn	$\frac{1}{2} Zn(s) \rightarrow \frac{1}{2} Zn^{2+}(aq) + e^-$ $\frac{1}{2} Zn^{2+}(aq) + e^- \rightarrow \frac{1}{2} Zn(s)$
-2,71	Na ⁺ /Na	$Na(s) \rightarrow Na^+(aq) + e^-$ $Na^+(aq) + e^- \rightarrow Na(s)$

Szükséges kitérnünk arra is, hogy a galvánelem pólusai között mérhető feszültségkülönbséget *elektromotoros erőnek* nevezzük, ha a mérés közben elektromos áram nem folyik (pl. ellenkező pólusokkal a galvánelemhez kapcsolt más áramforrás feszültségét addig változtatjuk, mígnem azonos feszültségű lesz a vizsgált cella által szolgáltatott feszültségkülönbséggel). A standard elektródpotenciál tehát speciális cellában mért elektromotoros erő. S mint minden esetben a feszültség valójában feszültségkülönbséget jelöl; itt is eleve a standard hidrogénelektróddal szemben mért feszültségkülönbségről van szó. A (3)-tól (23) reakcióegyenletek reakcióhőinek előjelváltása, egy-egy sorozatban értékének növekedése jó bevezetőt szolgáltat ahhoz, hogy érthető legyen: miért váltanak előjelet a standard elektródpotenciálok is. Mindenekelőtt szükséges abban is megállapodni, hogy az elektromotoros erőt mikor tekintjük + vagy - előjelűnek. Nemzetközileg elfogadták, hogy pl. a

⊖ pólus $\text{Zn(s)} \mid \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) \parallel \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \mid \text{Cu(s)} \oplus$ pólus
galvánelem, amelyhez tartozó folyamat:



pólusai között mért feszültségkülönbséget tekintik + előjelűnek, vagyis az elektromotoros erő, $\Delta E = +1,10$ volt. A fenti cellában a pozitív pólust az jelenti, amelynél az egyszerű redoxrendszerben elektronfelvétel (redukció) játszódik le, tehát

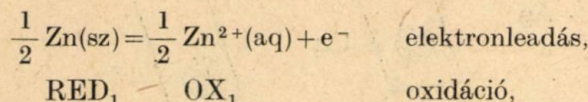


elektronfelvétel,

redukció

az elektródfém szolgáltatja az elektronokat, így relatív elektronhiány miatt ez a pólus $\oplus$ előjelű,

illetve

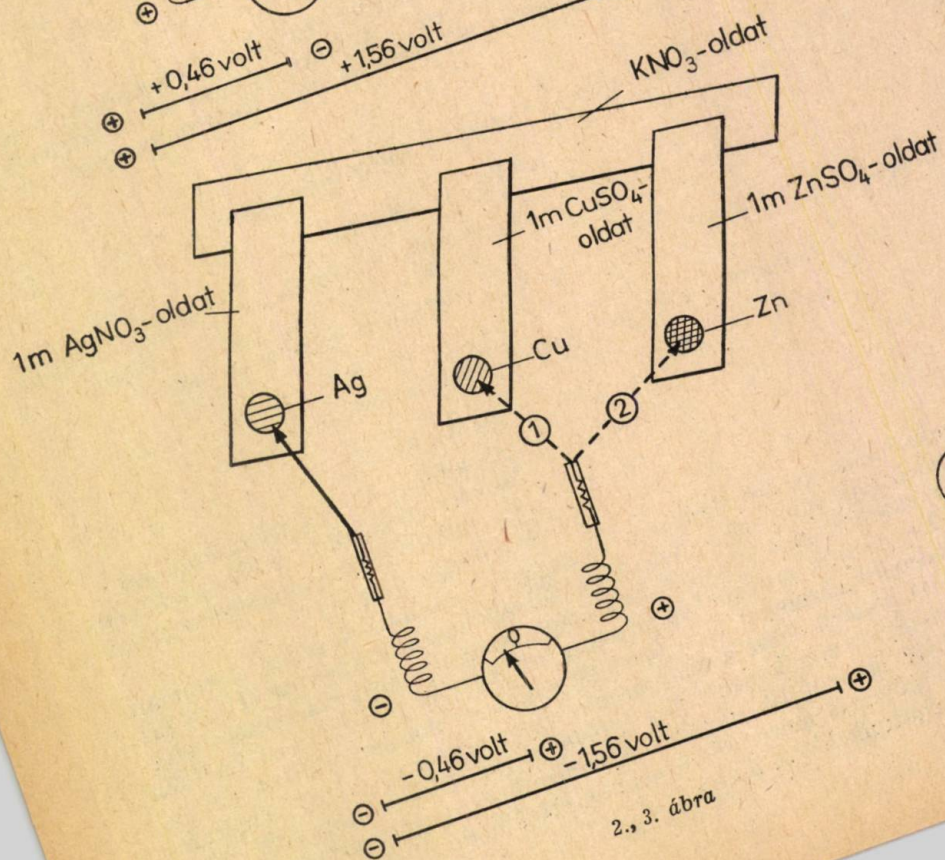
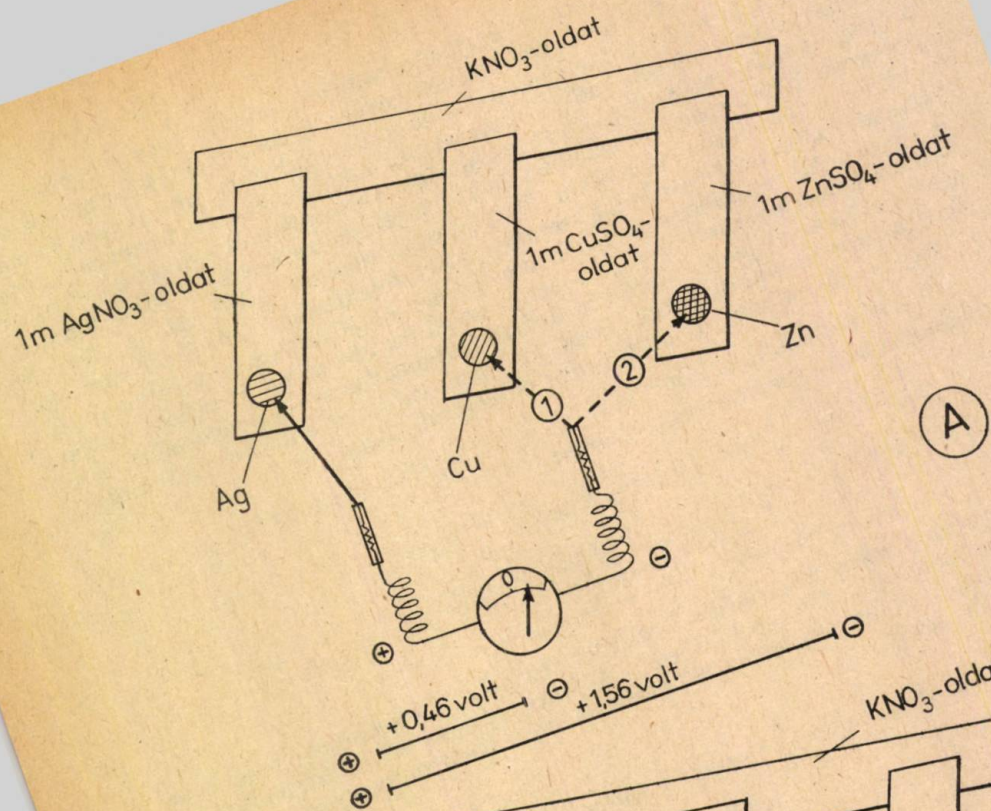


elektronleadás,

oxidáció,

az ionképződéssel párhuzamosan elektronok maradnak vissza a fémen, így relatív elektronfelesleg miatt ez a pólus - előjelű.

Az elektromotoros erő előjelének és nagyságának megértéséhez, a standard hidrogénelektrod, mint viszonyító elektródnak használatához az (1)-től (21) reakciósorozatokat más oldalról kell áttekintenünk: kísérletsorozatot elvégeznünk. Kapcsoljuk galvánelemmé össze az Ag^+/Ag , Cu^{2+}/Cu és Zn^{2+}/Zn egyszerű redoxrendszereket és a feszültségmérő $\oplus$ pólusát érintsük az Ag-lemezhez, a $\ominus$ pólusát előbb a réz-, majd a cinklemezhez (2. ábra). A mért feszültségkülönbségek elméletileg $\Delta E = +0,46$ illetve $\Delta E = +1,56$ volt, tehát növekvő pozitív értékű. Ez megfelel a nemzetközi megállapodásnak is. A feszültségmérő pólusait megcserélve azonos értékű, de ellenkező előjelű feszültséget olvashatunk le (3. ábra).



2., 3. ábra

A két kísérletsorozat arra is következtetni enged, hogy — miután mindegyiknél egy egyszerű redoxirendszerhez hasonlítottuk az elektromotoros erők mért értékét — a két sorozatban más előjel mellett más értékekhez is jutunk. Az, hogy egyik redoxirendszert rögzítettük, viszonyító alapként *szolgáltatta a megfelelő feszültségeket*.

Az első két kísérletsorozatban csupa azonos előjelet mértünk egy sorozaton belül: a viszonyítást a sorban a legpozitívabb, illetve legnegatívabb redoxirendszerre végeztük. Válasszuk ki viszonyító redoxirendszerként a középső Cu^{2+}/Cu rendszert: a feszültségmérő $\ominus$ pólusát a rézlemezhez érintve, a $\oplus$ pólust előbb az ezüst-, majd a cinklemezhez kapcsoljuk.

A standard elektródpotenciálok ismeretében tetszőleges galvánelem elektromotoros ereje számítható:

$$\Delta E = E_1^{\ominus} - E_2^{\oplus}$$

ha a valóságos elektródfolyamatokból a pólusok tényleges előjelét ismerjük. Így pl. a cink-réz cellánál, ahol

$$E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^{\ominus} = -0,76 \text{ volt}, \quad E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^{\oplus} = 0,34 \text{ volt};$$

$$\Delta E^{\ominus} = 0,34 - (-0,76) = +1,10 \text{ volt}$$

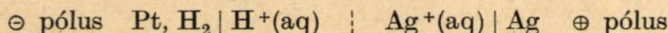
ad előjelesen is helyes eredményt.

A H^+/H_2 redoxirendszerre vonatkoztatott standard elektródpotenciálok mellett tehát adott redoxireakciókra nézve is következtetni tudunk, hogy a folyamat várhatóan lejátszódik-e a megadott irányban, pusztán azzal, hogy az előjeleket összevetjük.

- a) Minden olyan redoxireakció várhatóan bekövetkezik, amelynek elektromotoros ereje $\oplus$ előjelű.
- b) A standard elektródpotenciálok ismeretében eldönthetjük: mi oxidál, s mi redukál. Így minden olyan egyszerű redoxirendszer oxidálja a másikat, amelynek pozitívabb a standard elektródpotenciálja; és mindegyik redukálja a másikat, amelyiknek negatívabb az elektródpotenciálja.
- c) A standard elektródpotenciálok különbségének nagysága következtetni enged a redoxireakció „hevességére”, arra, hogy milyen nagymértékű a reakciókészség. Általában 0,1—0,2 volt feszültségkülönbség szükséges ahhoz, hogy a redoxireakció kellő mértékben bekövetkezzen. Így pl. az alkálifémek vagy alkáliföldfémek egyszerű redoxirendszerei a közismert sorrend szerint bontják a vizet, amit a H^+/H_2 egyszerű redoxirendszerrel való összehasonlításból kapunk.

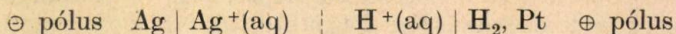
A H^+/H_2 egyszerű redoxirendszerénél pozitívabb standard elektródpotenciállal rendelkező fém-ion-fém rendszerek fémje nem lép reakcióba $\text{H}^+ - (\text{aq})$ ionokkal (azaz még „erős savban” sem oldódnak fel hidrogénfejlődés közben). Ehhez vessük össze a (2) és (15) egyenletek szerint vizsgált Ag^+/Ag egyszerű redoxirendszer viselkedését.

A (2) egyenlet felel meg a standard elektródpotenciál definíciójának, a



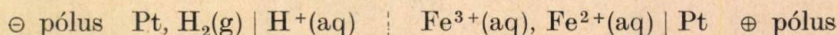
galvánelemnek, s így $E^{\ominus} = +0,80$ volt. A pozitívabb Ag^+/Ag rendszer oxidálni képes (6. és 7. egyenlet) a H^+/H_2 rendszert. A megfordított folyamat (17) egyenlet szerint ellenkező előjelű feszültségkülönbséget eredményez,

$$\Delta E = -E^0 = -0,80 \text{ volt}; \quad a$$

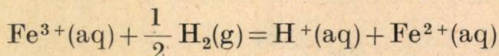


szerint kapcsolt cellában. Az elektromotoros erő negatív előjele arra utal, hogy a redoxifolyamat nem játszódik le, s ez összhangban áll gyakorlati ismereteinkkel.

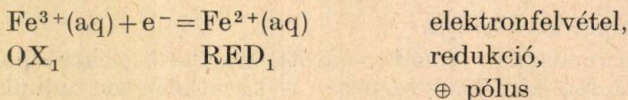
A redoxirendszerekbe merülő fémelektród elektromos feszültségkülönbségre tesz szert az oldathoz képest, amit általánosabban standard redoxipotenciálnak nevezünk. Ez a fogalom magába foglalja azokat a redoxirendszereket is, amelyeknél az oldatban mind a redukált, mind pedig az oxidált forma megtalálható (pl. $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ egyszerű redoxirendszer). Ennek speciális esete az, ha a redukált formát maga a fémelektród képviseli (Cu^{2+}/Cu redoxirendszerben a réz). A megállapodás szerint tehát a *standard redoxipotenciált* demonstráló és definiáló cella:



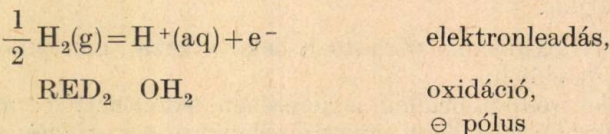
ahol $E^0 = +0,77$ volt, amit a következő folyamat határoz meg:



A „félcellában” lejátszódó elektródfolyamatok:

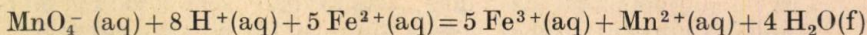


illetve



A kémiai reakciókban a kísérleti körülmények között a koncentráció is fontos, sőt alapvető szerepet játszik. A gondolatmenetünkben azonban — éppen az egyszerűsítések igénye miatt — sem a kiindulási koncentráció, sem ennek a folyamat során való megváltozása nem jelentkezett. Pontosabb összefüggésekben azonban ezt is figyelembe kell venni, és így pl. a galvánelemeknél a Nernst-egyenlet a koncentrációtól függő taggal is rendelkezik, amely kizárólag az egységnyi töménységű oldatoknál — a logaritmusos kifejezés miatt — „tűnik el”.

A standard redoxipotenciálok alapján könnyű eldöntenünk, hogy az adott reakció várhatóan milyen irányban játszódik le: válasszuk ki ehhez a már említett reakciót:



A két egyszerű redoxirendszerrel

$$E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 = +0,77 \text{ volt} \quad \text{és} \quad E_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}}^0 = 1,52 \text{ volt}$$

$\text{H}^+(\text{aq})$ ionokat tartalmazó oldatban. Így közvetlenül megállapíthatjuk:

— a pozitívabb standard redoxipotenciállal rendelkező permanganátionok oxidálják a kevésbé pozitív standard redoxipotenciállal rendelkező Fe^{2+} -ionokat.

— A $\Delta E = 1,52 - 0,77 = +0,75$ volt, így a folyamat várhatóan lejátszódik, ami a gyakorlattal összhangban is áll.

A galvánelemek tehát a redoxireakciók magyarázatához, a folyamat irányának felismeréséhez jelentős segítséget nyújtanak, így kiegészítik korábbi ismereteinket. Csupán a teljesség kedvéért mondjuk ki: az elektromotoros erő a legszorosabb kapcsolatban áll a fizikai kémia folyamatirányt jelző fogalmával, az ún. szabadentalpia-változással, a kémiai potenciállal, s így végső soron a reakció kémiai affinitásával. Mindezekre a bonyolultabb összefüggésekre ad közvetve tájékoztatást egzakt módon, de ugyanakkor sokkalta egyszerűbb megfogalmazásban.

BALOGH JÓZSEF

tanár és mérnök

A gázelemzés mérési módszerei és alkalmazásai

A korszerű vegyipari folyamatok számtalan területén, igen elterjedten alkalmazzák a kémiai folyamatokban, reakciókban megjelenő gázok összetételének meghatározására alkalmas mérési módszereket, a gázelemzést.

Néhány területet kiragadva, pl.: gázgyártás, kénsav-, ammóniagyártás, kohóknál, gyógyszergyári technológiáknál, orvosi diagnosztikai területen, külvilágtól elzárt munkahelyeken — bányákban — továbbá szénhidrogén feldolgozó, robbanásveszélyes üzemekben, az igényelt biztonsági okok miatt, füstgázok ellenőrzésénél és más fel nem sorolható esetben, fokozott eredményt biztosíthat a korszerű gázelemzés alkalmazása. A közvetlen ipari célokon túl, jelentős a gázelemzés szerepe a környezeti ártalom csökkentésének a megítélésénél, a környezetvédelem, a munka- és egészségvédelem szempontjából is. A felmerülő kérdések megítélésénél és a rendelkezések idevonatkozó részének betartása és ellenőrzése másképp szinte lehetetlen lenne. A felsorolt területek ellenőrzése jórészt külső ellenőrző hatóságok feladata: pl. KÖJÁL stb.

Az alkalmazott mérési módszerek, melyeknek a pontossága és megbízhatósága, gyártási technológiára gondolva, illeszthető kell hogy legyen a technológiai paraméterek automatikus szabályozási lehetőségeihez is, ma már csak folyamatos gázelemzéssel képzelhetők el. Ilyen ellenőrző készülék pl. a Magnos oxigén gázelemző készülék.

Az így felépített pontos és megbízható, paraméter szabályozott vegyipari folyamatok, reakciókinetikailag helyes beállításának, üzemszerű ellenőrzésének és szabályozásának komoly gazdasági értéke és jelentősége van. Nem hanyagolhatók el a kis mennyiségű sok esetben költséges gázalapanyagok fölös adagolásának eredményeként létrejövő kiadások vagy megtakarítások. Gondoljunk pl. a nagytisztaságú gázok egyébként is magasabb áraira. A napjainkban kialakult világgazdasági árkérdések idején, mennyire indokolt a helyes anyagfelhasználás minden vonatkozásban.

A technológiai célokon túl, a munkát végző „ember” egészségére ártalmas gázkomponensek megjelenésével is számolni kell. Az ember a saját biztonságához, a legegyszerűbb ellenőrzési formát is mindig megtalálta. Gondoljunk a must forrása idején, a veszélyes szén-dioxid gyertyával történő ellenőrzé-

sére. A kialakuló gázkoncentráció értékek mérését, megbízható elemző, ellenőrző műszerekkel kell végezni. A megengedhető kívánt értéken túl, pl.: a még nem és már nem robbanó koncentrációs határ, (l.: II. t.) vagy az egészségre káros értékek elérésekor információt kell adjon és szükséges hogy beavatkozzon. Nemzetközi szabvány, a „MAK”-érték (Maximal Arbeitsplatz Konzentration — maximális munkahelyi koncentráció) táblázatosan sorolja fel a különböző gázokból megengedhető mennyiséget levegőben, mg/m³ értékben (l.: I. t.).

A különféle ártalmak okozta poros, nedves stb. tényezők miatt kialakuló egészségkárosodások megállapításánál pl.: kóros légzőszervi elváltozásoknál, egyre nagyobb szerepet kap a modern orvosi gyakorlatban, a diagnosztika területén a gázelemzés. A beteg státuszának megállapításánál, a gázelemzés lehetőségének az alkalmazása, a beteg szubjektív panaszain túl, egzakt és megismételhető, sőt rögzíthető mérési eredményt ad az orvos számára. Így az orvos pontosan nyomon követheti a diagnózisban, az időközben létrejövő változási tendenciát. Lehetőség nyílik, a szervezet helyes fizioológias működésének egyensúlyi viselkedését ellenőrizni. A klinikai gyakorlatban, a már említett tüdődiagnosztika területén alkalmazott spirometriai mérés, a légzési gáztérfogat mérése mellett lehetővé teszi, kiegészítő készülékkel, a gázkoncentrációjának a mérését.

A felsorolt területek mélyebb és részletesebb elemzésére e cikk keretén belül nincs lehetőség. Ezért a mérési elvek áttekintésére kell törekedni a felvillantott területeken, a részletes elméleti kérdések értékelésére, azok összehasonlítására, a készülékek felépítésének ismertetésére, mint lehetséges igénytől szintén el kell tekinteni. A későbbi elemzési formák összehasonlítását, a cikk alapján egyénileg lehet elvégezni. Így az áttekintés perspektívájából a finomabb részletek el kell hogy maradjanak. Az egyes gázelemzési eljárások, elméleti háttérükkel, külön önálló feldolgozást képviselhetnének.

A gázelemzési eljárások kialakulását, a kialakult igények szabták meg, igazodva a tudomány adta lehetőségekhez. Az első típusok elsősorban a kémiai reakció kinetikára épültek. Az újabb elemzési eljárások a műszaki fejlődés révén, elsősorban fizikai paraméterek azonosítási lehetőségeire épülnek, melyeket az ismertté váló legfrissebb adatahalmazból lehet kiválasztani. Az elemzők csoportosítását biztosítja a mérésnél, a mérési elv indikációjának a természete. Így lehetséges kémiai, fizikai és fizika-kémiai elemzési módszerről beszélni.

A kémiai mérési módszer nem folytonos üzemű és lassú mérési eljárás. Találhatóak gyorsabb és érzékenyebb eljárások. A fizikai és fizika-kémiai módszerek gyorsabbak és nagyobb pontosságúak, többnyire folyamatos elemzési lehetőséget biztosítanak.

Jelentős az az igény, hogy a mérés önműködő, automatikus kivitelű legyen, s így a mért értékeket regisztrátumon is megkaphassuk. E módszer lehetővé teszi, hogy a vizsgált gáztérfogat %-a értékelhető, leolvasható és tárolható legyen. Kémiai úton a gázkoncentráció mérése történhet:

- a) abszorpciós úton, szelektíve és szakaszosan,
- b) oxidációs átalakítással,
- c) az a) és b) eljárás együttes alkalmazásával.

a) A létrejövő térfogatváltozás mértéke a gázkoncentrációnak, pl. az Orsat-típusú készüléknél, mely kézi kezelésű. Szükséges volt a gyakori és folyamatos ipari mérésekhez, kezelőtől független készülék kialakítása, pl.:

a) önműködő/bár a részfolyamatokat szakaszosan végző/elemző, pl.: Mono-típusú,

b) élegetéses gázelemzők (térfogat meghatározással kialakítva). Az abszorpció eljárás, a létrejött reakció miatt, (nagyobb végtérfogat) nem mindig alkalmazható.

Ilyen mérési esetben a Duo-Monox készülékeket használják fel. A mérési folyamat összetett lefutású és szakaszos működésű. Alkalmas a mérés kiértékeléséhez regisztrátum elkészítésére. A készülékkel a mérendő gáz éghető komponensei és vagy annak oxigén tartalma határozható meg. Pontos mérés, néhány feltétel teljesítését kívánja meg, pl.: a működési leírások szerinti katalizátort stb.

A gázelemzés fizikai módszerei

A mérési módszer előnyösen alkalmazható, ha a vizsgálandó gáz valamely, a mérési elvhez alkalmazható fizikai paramétere kellő biztonsággal megkülönböztethető a gázelegy hasonló tulajdonságaitól. A vizsgálat céljára több ilyen fizikai paraméter megkülönböztetésére van lehetőség pl.: adszorpció, hővezetőképesség, mágneses, villamos, optikai stb. tulajdonságok révén. Ezen szelektációval pontos, gyors és érzékenyebb módszer alakítható ki. Szükséges továbbá, hogy a mérés alatt a méréshez gáz összehasonlítási lehetőség is rendelkezésre álljon.

A kialakítástól függően alkalmazhatók olyan villamos érzékelők, amelyek kimeneti jele: $U_{ki}=f(\text{conc})$ kapcsolatot realizálja. Jelentősen megnövelhető a kapott előállított jel, ha közben összehasonlítható mérést is végzünk és így értékeljük koncentráció változással kapott jelet. Így egy hídkapcsolásban összeállított mérésnél, hitelesítve a mérendő gázhoz, közvetlenül leolvasható a műszeren a mért koncentráció.

Gázkoncentráció meghatározása hővezető képesség méréssel

A módszernél a különböző gázok más és más hővezető képességét lehet felhasználni. Szakkönyvek táblázataiban ezek az értékek a mérés céljára megtalálhatók. A méréshez speciálisan kialakított hőstabilizált mérőcellákat kell biztosítani, a konstrukció kialakításánál minden lehetséges zavaró körülményre ügyelve (állandósult áramlás, ingadozás mentességére, termikus izolációra stb.). Itt is szükséges a teljesen azonosan kialakított összehasonlító mérőcella, melyre az előbbiek is érvényesek. Igen fontos a 20–30 mikronos érzékelő szál szerepe, mely hídkapcsolásban a legfontosabb alkatrésze a mérő-érzékelőnek. Jelentős igény a mérőegységet ellátó áramforrás stabilitása. A rendszer időbeli stabilitását a villamos tervezés és nem utolsósorban a kivitelezés igényessége határozza meg. A félvezető elektronikus erősítő elemek ma már lehetővé teszik a kapott villamos jelnek a közvetlen mérőátalakítón elhelyezhető erősítővel történő villamos erősítését, hogy a zavarokat jelentősen csökkenthessék. Így a mérés pontossága fokozható. Ez utóbbi függvénye a hitelesítésre használt gáz tisztaságának. Minimális hosszúságú belső gázutak esetén, a készülék elemzési válasza szinte azonnali is lehet.

Infravörös gázelemző mérési eljárás

Gázelemzések esetén gyakori igény, hogy azonos atomok molekuláiból álló gázok mellett, gázvegyületek elemzésére is szükség van. Így az infravörös gázelemzőkkel lehetővé válik a nem elemi gázok megkülönböztetése, mert

ezen gázok vegyületei az iv. sugarakat szelektíven nyelik el. Hasonló sajátosságok ismerhetők fel egyes folyadékok esetében is. Ezért az azonos atomok molekuláiból álló gázok pl. O_2 ; Cl_2 ; H_2 ; N_2 nemesgázok stb. nem nyelik el a 2 nm és 6 nm közötti iv. sugarakat. Az elemzés céljaira megfelelően kialakított készülék szűrőkkel, összehasonlító kamrával és mérőkamrával (érzékelő), továbbá a mért érték kijelzésére szükséges elektronikus erősítővel van ellátva. Ilyen készülékeket hazai és külföldi kereskedelmi piacon, különféle igényeknek eleget téve lehet vásárolni.

A készülék mérési elve, hogy a sugárzás intenzitásának adott rétegvastagságú gázon való áthaladásából adódó abszorpció különbséget érzékel. Érzékelőként erre a célra kialakított nyomáskondenzátorok, forgó fényrekesztő diafragma mérőkamra, ellenállásos mérőátalakítók kerülnek felhasználásra. A nagyobb érzékenység elérése érdekében hídkapcsolást alkalmaznak szívesen. A készülékek mérési érzékenysége század térfogatszázalékra is érzékeny. Gyakori zavart okoz a vízgőz, mert elnyeli az iv. sugarakat. Célszerű a kiszűrése.

Különbféle gázelemzési eljárások

Közismert az a tény, hogy a radioaktív anyagok sugárzás közben ionizációt hoznak létre. Ez az ionizáció az egyes gázokat különböző mértékben ionizálja, s a létrehozott gázionokat kedvezően kialakított kamrán vezetjük át. Az ionizációs áramot mérve, hitelesítés után a készüléken a conc. értéke leolvasható. Sugárzó anyagként alfa-sugárzó preparátumot szoktak használni. Azonos körülmények mellett a gázok ionizálódási valószínűsége, függvénye a különböző gázoknak, így az ionizációs áram is fgv. lesz a mért gáznak. A készülék hitelesítése és kezelése egyszerű, ezért eléggé elterjedt mérési eljárás.

Egyes elemzési eljárások a gázok egyéb fizikai sajátosságait használják fel, pl. mágneses sajátosságait. Ilyen tulajdonságot mutat az oxigén is. Ezért mágneses térben a térerőhöz képest valamilyen irányba mozdulnak el. A mérőrendszer érzékelőjére kifejtett nyomatékuk különbözőségéből adódik a mérési eredmény. További mérési lehetőséget tudnak megvalósítani mágneses és termikus hatás együttes biztosítása esetén. Így egyfajta mágneses szél alakul ki, mely a mérőhíd egyensúlyát változtatja, s kalibrálás után a mérés elvégezhető a készülékkel.

Az utóbbi időben kissé háttérbe szorultak a villamos jellegű mérési lehetőséget kevésbé felhasználó mérési eljárások. Kétségtelen, hogy a villamos műszerezettség elterjedése mind több gyakorlati szakembernek tette lehetővé sok esetben a még költségesebb készülékek alkalmazását. A fenti mérési elveken kívül számtalan használt módszer említhető, pl.:

- sűrűségmérés alapján mérő szárnykerekkes műszerek,
 - billenőgyűrűs gázelemző mérlegek,
 - hangterjedés alapján, intenzitás és konc. közötti összefüggésre vonatkozó mérések,
 - refraktométerek elvi működésén alapuló mérések, konc. meghatározásra.
- Igen lényeges a mérésnél alkalmazott hőfok stabilitásának biztosítása.

Tömegspektrográfias gázelemzés

A mérési módszer az ionizált gázrészecskék, mágneses térben történő eltérítésén alapul. A dinamikai erőhatások értelmében az ionizált részecskék, a mágneses térben tömegük szerint elkülönülnek. Erre a dinamikai állapotra érvényes a következő egyenlőség:

$$\frac{m \cdot v^2}{r} = e \cdot H$$

melynek fizikai tartalma ismert. A mérési módszerre jellemző, hogy a kérdéses gázok nyomokban levő mennyiségének koncentrációja is meghatározható a készülék segítségével. A berendezésben levő gázt vákuumrendszerből (10^{-5} torr) kilépő villamos térrel gyorsítják, elektronsugárral ionizálják. A keletkező ionok kellő fókuszálás után, merőleges helyzetű mágneses térben, tömegüktől függő körpályára lépnek, ahol a pálya sugara r :

$$r = \frac{1,44 \cdot 10^{-4}}{B} \cdot \sqrt{\frac{M \cdot U}{Z}}$$

B : mágneses indukció M : tömegszám
 U : gyorsító feszültség Z : vegyérték.

A keletkezett ionsugár nyalábok a felfogó ernyőn gyűjthetők össze. A gyorsító feszültség (U) és a mágneses indukció (B) az anyag minőségére, az ionáram, a gázban levő anyagmennyiségre jellemző (konc.). A készülék eltérítő villamos és mágneses beállításával, a különféle eltérítő nyalábok a felfogó ernyőre fókuszálhatók és így mérhetők. Így elérhető az analízissel, hogy a gázmintában levő gázok molekulái, molekulasúlyuk szerint szeparálódnak. A keletkező pozitív ionok töltéséből az elektródokon mért áramból számítható a gáz mennyisége. Ezen folyamatos elemzést biztosító eljárás különösen jól alkalmazható tödőfunkciós klinikai vizsgálatoknál, amellyel kilégzés alatti koncentrációváltozások is azonnal értékelhetők. Így közvetlen segítséget ad az orvosnak a tüdő hatékonyságának mérésében. A készülék lehetővé teszi egyidejűleg több (3, 4) gáz 0 és 100, vagy más határra beállítható tömegszámú gáz mérését. A mérésről azonnal grafikon is készíthető, ami megkönnyíti az orvosnak a kiértékelést.

Fizikai-kémiai gázkoncentráció meghatározási módszer

Kis gázkoncentráció esetén alkalmas az olyan eljárás, amelynél előbb kémiai reakcióba vihető a gáz és az így keletkező új termék fizikai paramétereit határozzuk meg. Ezen eljárások közül éghető gázok katalitikus égetése, vagy gáznak folyadékban való elnyelése (abszorpciója) említhető. A mérésnél a rendszer hőfokát vagy színét, vezetőképességét stb. változtatja meg, melyeket alkalmasan választott mérési elv szerint, lehetőleg összehasonlítással kombináltan végzünk. A fizikai paraméterek mérésénél gondoskodni kell megfelelő jelátalakítóról.

Összefoglaló

A gázelemzés rendszere korántsem tekinthető át egy viszonylag is rövid ismertető keretében. Az egyes elemzési formák különbözőképpen felelnek meg a legkülönbözőbb igényeknek. Egyes mérési eljárások igen idő- és kapacitás-igényesek, melyhez járulnak a berendezés jelentős költségei is. Egyes automata gázanalizátorok, mint az infravörös analizátor a CO_2 és CO -hoz, a spektrofotometriás N_2 -analizátor, a paramágneses O_2 elemző, a katarométeres He és NO elemző, a mérés gyakorlati elvégzéséhez sok praktikumot tartalmaz. Található azonban még kellően nem megoldott igény is e területen. Ide kell számítani az elemzési idő kérdését is. A tömegspektrométeres eljárás, az előbbi időtényezőt sikeresen oldotta meg. Így a készülék olyan kritikus területen,

mint a műtéti altatás, kiválóan felhasználható ellenőrző műszer. Szólni kellene a gázkromatográfiás eljárás lehetőségeiről, azonban e téma önálló tárgyalást kívánna meg.

Az I. táblázatban felsorolt anyagoknál, az egészség károsodása nélkül megengedhető maximális koncentráció értékei vannak megadva, melyeket ipari, labor stb. körülmények között be kell tartani. Ezen értékek csak kellő ellenőrző mérés alapján tarthatók be. A táblázat nem tartalmaz részletesen minden veszélyes anyagot. Ezen értékeket nevezi a szakirodalom „MAK” értékeknek.

A következő II. táblázat tájékoztat néhány veszélyes keverék robbanási határáról (alsó, ill. felső százalékos érték).

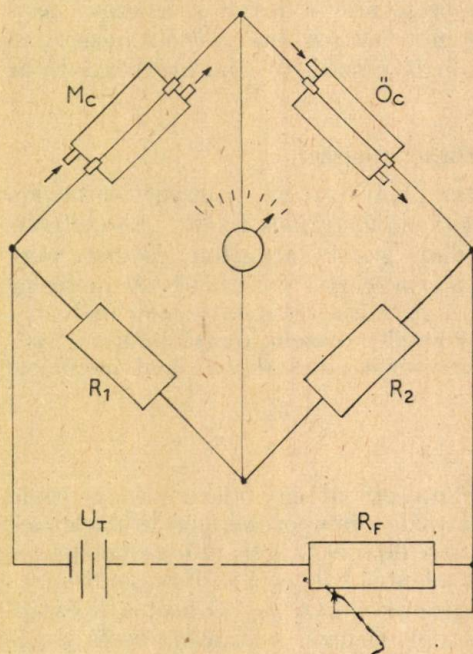
I. táblázat

Aceton	200	mg/m ³
Ammónia	20	mg/m ³
Arzén-hidrogén ..	0,2	mg/m ³
Benzin	300	mg/m ³
Benzol	20	mg/m ³
Bróm	0,7	mg/m ³
Cián-hidrogén ...	0,3	mg/m ³
Foszgén	0,5	mg/m ³
Kén-hidrogén ...	10	mg/m ³
Szén-monoxid ...	30	mg/m ³
Ózon	0,1	mg/m ³

II. táblázat

Gázok robbanási határai

	alsó	felső
értékek		
Aceton	2,6%	12,3%
Benzin	1,1%	5,9%
Hidrogén	3%	75%
Metán	5,3%	14%
Szén-monoxid ..	12,8%	75%
Etil-alkohol ..	4,3%	19%



Wheatstone-híd elrendezése a gázelemzésre használt mérő (M_c) és összehasonlító ($\ddot{O}_c$) cellával. A híd fűtőáramát az R_F potenciométerrel állítjuk be. A skála hitelesítés után a mért koncentrációt mutatja. Az érzékenység fokozható, ha az R_1 és R_2 helyett is további két azonos mérőcellát építünk be.

Ipari igények és az alaptudományi kutatómunka fejlődése

Már a középiskolai oktatás során is fontos feladat, hogy a szakmai oktatás hozzájáruljon a tudomány és a társadalom közötti összefüggések tudatosulásához a tanulóknban. Ehhez azonban mindenekelőtt a tanároknak kell tiszta képvel rendelkezniük ezekről az összefüggésekről, hogy azután megkereshessék a közvetítés legmegfelelőbb formáit.

Fontos mozzanat a tudományos kutatás jellemzéséhez, hogy e kutatómód célja az igazság kutatása. Aki ebből azonban azt kívánja dedukálni, hogy a tudomány történetének minden pillanatában ismeretei igazságértékének eldöntését állította maga elé mint közvetlenül legsürgetőbb feladatát, az súlyosan téved. Nem szabad a társadalom és a tudomány közötti kölcsönhatást úgy felfognunk, hogy a tudomány, mert kutatja az igazságot, pusztán az igaz ismeretek kutatásának sajátos rendszere, esetleg az igazság kutatásának és eldöntésének egyszer s mindenkorra adott eszközeivel, és ennek megfelelően a társadalommal való kölcsönhatása úgy tekinthető lenne, hogy a tudomány társadalmi meghatározottsága egyszerűen a tudományfejlődés, mint az igazság kutatása fejlődésének gyorsításából vagy lassításából áll. Legalábbis a XVIII. századtól a társadalom a tudománytól elvárja, hogy az anyagi-technika fejlesztésében hasznos eszközként funkcionáljon, és megfelelő szabályozási mechanizmusokban biztosítja e hasznossági funkció betöltését, amelyek behatolnak magába a tudomány testébe (módszereibe stb.). A tudomány ugyanakkor hasznos eszközként — legalábbis rövid távon — nemcsak az igazság eldöntésére való törekvéssel, hanem éppen az ettől való elvonatkoztatással is funkcionálhat. Még pontosabban; adott pillanatban a hasznosság funkcióját éppen így láthatja el megfelelőbben. Ennek figyelembe nem vétele a tudomány társadalmi funkcionálásának, de a társadalom tudománnyal szembeni magatartása félreértéséhez is vezet.

Az alább elemzendő példában a tudomány-fejlődés egyik állandóan felbukkanó sajátosságát elemezzük. A társadalom a tudomány hasznos működését a közvetlen adott célokban azzal biztosítja, hogy kikényszeríti azokon az alaptudományi területeken való elmélyült vizsgálódást, amelyekre a technikai fejlődés szempontjából szükség van, és ezzel közvetve behat arra, hogy az adott területen, adott pillanatban rendelkezésre álló hipotézisek közül melyiket részesítsék előnyben, fejlesszék tovább. Azt a hipotézist ugyanis, amelyik a technika céljai által kijelölt területen heurisztikusabb és az ismeretek gazdaságosabb feldolgozását teszi lehetővé.

Röviden emlékeztetnünk kell arra, hogy a tudományos hipotézisektől legalább három alapfeladat teljesítését szoktuk elvárni. Azt, hogy magyarázza az adott terület jelenségeit, hogy előre lássa, megjósolja a kísérleti kutatás eredményeit, illetve, hogy heurisztikus legyen, ötleteket sugalljon a tudományos kutatás kiterjesztésére.

A tudósok 1865 és 1870 között több rivális hipotézist állítottak fel a benzol szerkezetének értelmezésére. Feltételezve (bár ez, mint mondtuk megengedhetetlen), hogy a tudomány minden pillanatban az igazság mind teljesebb ki-

derítésére, és ezért a rivális hipotézisek mindegyikének mind teljesebb kidolgozására törekszik, a XIX. század utolsó harmada kémikusainak összpontosítani kellett volna erejüket leleményes módszerek kitalálására abból a célból, hogy megkeressék a benzolképletek közül azt, amelyik az igazságot a lehető legjobban írja le. A történet lényegesen más módon játszódott le; nézzük meg hogyan és miért.

Felsoroljuk először röviden, hogy milyen tények vártak magyarázatra az aromás vegyületek sajátosságairól. Összehasonlítva az azonos szénatomszámú aromás és telítetlen szénhidrogéneket, az utóbbiakban a H/C arány kisebb, mint a megfelelő telített szénhidrogénekénél. A legegyszerűbb aromás szénhidrogén hat szénatomot tartalmaz. Aromás vegyületek esetén is lehet homológ sorokat felállítani. Ezeknél az összetételbeni különbség egy-egy szomszédos tag között egy CH_2 -csoportból áll. Aromás vegyületek bizonyos reakciói ismét aromás vegyületekhez vezetnek.

A tudósok azt a szerkezeti invarianciát kezdték kutatni, azt a „magot” amelyből ezek a tulajdonságok magyarázhatóak. *Kekulé* megoldása három alapvető hipotézist tartalmazott. Ezek szerint a szerkezet zárt, a lánc vége és kezdete összekapcsolódik egymással, a gyűrűben egyes és kettős kötések váltogatják egymást, és a benzol hidrogénatomjai egyenértékűek, izomeria ezért pusztán a hidrogénatomok egymással való helycseréjéből nem léphet fel.

Emlékeztetnünk kell arra, hogy nemcsak *Kekulé*, hanem *L. Meyer*, *Claus*, illetve *Dewar* és *Wickelhaus* közösen, valamint *Ladenburg* is felállított egy-egy benzolképletet. Ezek valamennyien gyűrűs szerkezetet feltételeztek, viszont a *Kekulé* által felállított képlettől alapvető részletekben tértek el. (Egyesek ezenkívül megpróbálkoztak nyílt, szénláncú modellel is.) Azt mondhatjuk tehát, hogy körülbelül egyidőben viszonylag sok rivális hipotézis jött létre.



Ladenburg képlete



Kekulé képlete

Vessük össze *Kekulé* és *Ladenburg* képletét. Látható, hogy amíg *Kekulé* képletében három egyes és három kettős kötés szerepel, addig *Ladenburgé* 9 egyes kötést tartalmaz. Nézzük meg, hogy milyen „belső” döntési elvek álltak rendelkezésre a probléma vizsgálatához. Meg lehetett vizsgálni, hogy „magyarázák-e” a képletek az észlelt viselkedést, azaz megfelelő molekulaszerkezet sajátosságát feltételeznek-e, ami erről számot ad, illetve hogy egyformán képesek-e, azonos mértékben képesek-e a kísérleti tapasztalatokat előrelátni, azokra következtetni, valamint, hogy melyik képlettípus heurisztikusabb, azaz melyik képlet segítségével lehet a szerkezetelméletet bonyolultabb aromás vegyületekre könnyebben kiterjeszteni. Azonnal látható, hogy mindkét képlet magyaráz, bár különböző szerkezetet feltételezve. Néhány évig úgy látszott, hogy mindkét magyarázat típus a szerkezetépítés elveit egyformán kielégíti.

Mi volt a helyzet a tapasztalatok dedukálásával? Három diszubsztituált izomer volt ismert, és első látásra mind *Kekulé* mind *Ladenburg* képlete megfelelt annak a feltételnek, hogy belőlük pontosan ennyi vezethető le. *Ladenburg* azonban a vitában nemsokára rámutatott, hogy *Kekulé* képlete négy diszubsztituált terméket enged meg. Ugyanis az 1, 2, illetve 1, 6 diszubsztituált termékeknek egymástól különbözőeknek kell lenni. Látható, hogy a probléma eldön-

tése elindult a belső tudományos viták szokásos útján. *Kekulé* a képlete elleni érv kivédésére hipotézisét 1872-ben egy további, ún. ad hoc* segédhipotézissel egészítette ki. Feltételezte, hogy a benzol szénatomjai oszcillálnak. E feltétel alapján az 1, 2, illetve 1, 6 szénatomok közötti kötések különbözősége eltűnt, és a *Kekulé*-féle szerkezet pontosan három diszubsztituált izomert engedett meg. Mellékesen megjegyezzük, hogy *Ladenburg* képlete is négy diszubsztituált terméket enged meg, amire *van t'Hoff* 1876-ban rá is mutatott, de addigra már a vita végetért, legalábbis a kémikusok nagy többsége számára. Azok a kémikusok, akiknek a *Kekulé*-képlet lehetővé tette a kondenzáltgyűrűs vegyületek reakcióinak előrelátását, elfogadták ezt a képletet, mivel ez a kísérleti munkához megfelelő hipotézist jelentett és az elméleti-tudományos problémával már nem törődtek.

Persze ezt nem szabad rossz néven venni tőlük; főleg, miután ma már tudjuk, hogy döntésük jó volt, hogy *Kekulé* képlete helyesebb volt, jobban tükrözte a valóságot, mint pl. *Ladenburgé***. A tudomány fejlődésére a XIX. század elejétől egyre inkább az jellemző, hogy erőteljesen a gyakorlat, a technika igényeinek kiszolgálására orientálódott, s ezzel fontos társadalmi funkciója fejlődött ki. Ugyanakkor ez a technika fejlesztésére orientáltság olyan dinamizmust adott a tudományfejlődés egészének, ami a tudomány minden elemére kihatott. A technikai igény kiszolgálására a tudomány nagyon sok esetben „félretette” egy időre a rivális hipotézisek közötti döntés feladatát, ugyanakkor sok esetben, amikor az alaptudomány nem tudott újabb kísérleteket készíteni a hipotézisek közötti döntés, az igazságprobléma megoldására, éppen a technológiai orientációjú kutatás vezetett el olyan tapasztalatok és elvek felismeréséhez, amelyek az alaptudománykutatás igazságproblémájának eldöntéséhez is lényeges lökést adtak.

A mai tudományban megfigyelhető az a tendencia is, hogy az alkalmazás lehetőségeinek kutatására való beszűkülés a tudomány igazságfeltáró munkáját lassítja, és az is, hogy éppen az alkalmazás igényei segítik elő, hogy adott hipotézis fejlesztése az igazság kutatásához lényeges elemeket, érveket hozzon létre, amelyeket adott időszakban a „tisztá” tudományos igény nem tudott volna kidolgozni. Ezért a tudományfejlődés helyességének megítélése, ami társadalmi rendszertől függő értékelést követel, nem lehet egyik vagy másik tendencia abszolút favorizálása, hanem társadalmi rendszertől és korszaktól függő súlyozásuk problémáját jelenti.

* Azaz éppen ennek az egyedi problémának a megoldására bevezetett.

** Valamennyire érezhető volt, hogy az evidencia visszafelé áramlik, hogy a képlet alkalmazhatósága oly széles területen valószínűsítette a benzol *Kekulé*-féle képletét is.

Az általános iskolai kémiai szakköri munka megnövekedett jelentőségéről

A kémiai szakköri munka jelentőségével, tematikájával kapcsolatban az utóbbi években több cikk is megjelent módszertani folyóiratunkban (1, 2, 3). Kémiát tanító kartársaink meg is értették a szakkörök fontosságát és örömmel tapasztaltuk, hogy a két általános iskolai szakköri füzet megjelenése után (4, 5) a szakköri munka országosan fellendült. (Sajnos, ezek a szakköri füzetek már nem kaphatók és részben el is avultak, mert a régi tantervre épülve készültek.)

Az általános iskolai kémia szakköri munka jelentősége a jelenlegi, 1976/77-es, tanévtől fogva még jobban megnőtt. Ennek 2 fő oka van:

a) A jelen tanévtől kezdve az I. gimnáziumban új (kísérleti) tantervet vezettek be, amely igen korszerű, tudományos, de színvonala a jelenlegi általános iskolai tananyaghoz képest rendkívül magas (6), ezt a színvonalkülönbséget legalább részben a szakköri munkával lehet áthidalni.

b) Ugyancsak ebben a tanévben az ország kb. 80 általános iskolájában megindult a 7. osztályos kémiai tananyag új tanterv szerinti oktatása kísérleti tankönyv alapján (7). Tapasztalataink szerint ennek sok helyen az a hatása, hogy a kémiát szerető, lelkes (különösen fiatal) tanárok megismerve az új tantervet a régi anyagba belekeverik az új anyagot, az új szemléletet, ami a gyengébb tanulóknak rendkívül megnehezíti a tanulást és néha még a jobb tanulóknál is zavart okoz.

Szeretnénk felhívni az általános iskolában kémiát tanító kartársaink figyelmét, hogy ne keverjék a régi és új tanterv anyagát, hanem a továbbtanulni szándékozók részére (különösen a 8. osztályban) szervezzenek kémiai szakkört!

Javaslatunk, hogy a kémia szakköri anyagba dolgozzák be az új 7. osztályos tantervi anyag fő részeit: az anyagszerkezeti alapismereteket, az alapvető kémiai kötések és a kémiai számításokat stb.

Figyelembe véve a jelenlegi 8. osztályos tananyagot javasoljuk, hogy a periódusos rendszer főcsoportjai szerint haladva az I—VIII. főcsoportig dolgozzák fel a szerves kémia anyagát, felhasználva és kiegészítve azt, amit a tanulók a normál 8. osztályban tanultak.

Az anyag oktatásához felhasználhatják a már említett 7. osztályos kísérleti tankönyvet (ez jól mutatja az elérendő mélység szintet) vagy a szakközépiskolás tankönyvet (8) és a kísérleti tankönyvhöz készült munkafüzetet (9). A kísérletek bemutatásához felhasználhatók a meglevő szakköri füzetek (4, 5), de az elemzést már természetesen magasabb szinten kell végezni, miután a tanulók ismerik az atomszerkezetet és a kötéstípusokat.

Végezetül szeretném bemutatni az általunk vezetett (Egri Hámán Kató Megyei Úttörőházban) kémiai szakkör tematikáját mintaként. Ezt már az elmúlt 1975/76-os tanévben is eredményesen alkalmaztuk a szakköri foglalkozásokon. (Az úttörőházban havonta csak egyszer, vasárnap de. van 4 órás foglalkozás, amire a megye sok községéből járnak 8. osztályos tanulók, jelenleg pl. több mint 40 fő a létszám) és 2 csoportban dolgoznak.

Természetesen mivel ez a tematika havi 4 órára van tervezve, a kartársak megfelelően széthúzhatják az anyagot, ha több órát is be tudnak állítani szakköri foglalkozásra.

Reméljük, hogy kartársaink megértve a szakköri munka fokozott jelentőségét gyermekeink érdekében már több helyen beindítják a kémia szakkört, ha már ebben a tanévben nem is, de legalább az elkövetkező 1977/78-as tanévben. A 8. osztályokban ez a tematika még több évig (1980-ig) használható.

Az 1979/80-as tanévben a 7. osztályokban belépő új tantervi anyaghoz természetesen új szakköri tematika kidolgozására lesz szükség és reméljük, hogy új szakköri füzetek is megjelennek, amelyek megfelelően segítik majd kartársaink ezirányú munkáját.

Javasolt tematika az általános iskolai kémiai szakköri foglalkozásokhoz

Hónapok	Elmélet (2 óra)	Gyakorlat* (2 óra)
Október	Ismerkedés; A szakkör célja, a tematika megbeszélése; A szakkör rendje. Tisztségviselők megválasztása. A kémia tárgya, jelentősége. Az anyagok tulajdonságai és változásai. Az anyagok csoportosítása.	A legfontosabb kísérleti eszközök bemutatása, rajza. Vegyszerek tárolása, kezelése. Balesetvédelmi tájékoztató.
November	Az elem és az atom. Az atom szerkezete. Az atomok periódusos rendszere. A vegyjel; a vegyjel mennyiségi jelentése (a mól).	Keverékek szétválasztása. Az oldatok, az oldatok készítése; az oldatok töménysége.
December	Az I. főcsoport elemei és vegyületei. Az ion fogalma; az ionkötés. Ionvegyérték, ionvegyületek képlete.	Kísérletek nátriummal, káliummal és vegyületeikkel.
Január	A II. és III. főcsoport elemei és vegyületeik. A vas. A fémes kötés. A fémekről és vegyületeikről tanultak összefoglalása.	Kísérletek kalciummal, magnéziummal, alumíniummal és vegyületeikkel.
Február	A IV. főcsoport elemei és vegyületeik. A kovalens kötés. A kovalens vegyérték, szerkezeti képlet; A képlet mennyiségi jelentése.	Kísérletek szénnel és vegyületeivel.

* A gyakorlatban a tanári és tanulói kísérletek is benn foglaltatnak.

Hónapok	Elmélet (2 óra)	Gyakorlat (2 óra)
Március	Az V. és VI. főcsoport elemei és vegyületeik. Kémiai számítások.	Kísérletek nitrogénnel, oxigénnel, kénnel és vegyületeikkel.
Április	A VII. főcsoport elemei és vegyületeik. A VIII. főcsoport elemei. A nemfémek elemek összefoglalása. Kémiai számítások gyakorlása.	Kísérletek klórral, brómmal, jódal és vegyületeikkel.
Május	Ünnepélyes zárófoglalkozás. (Az egész évi anyag összefoglalása kémiai vetélkedő keretében.)	

IRODALOM

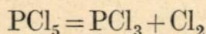
1. *Sárik Tibor—Jakab László*: Az általános iskolai kémiai szakkörök munkaterve. A kémia tanítása, 1969. 5.
2. *Kajdy Sarolta*: A Baranya megyei általános iskolák kémiai szakköreinek munkaterve. A kémia tanítása, 1969. 6.
3. *Sárik Tibor*: Általános iskolai kémiai szakkör az Egri Tanárképző Főiskolán. A kémia tanítása, 1970. 1.
4. *Dr. Borsányi János*: Gyakoroljuk a kémiát. (Általános iskolai szakköri füzet.) Tankönyvkiadó, 1971.
5. *Dr. Sárik Tibor*: Kémiai kísérletek. (Általános iskolai szakköri füzet.) Tankönyvkiadó, 1971.
6. *Dr. Kőrös Endre—Pintér Imréné*: Kémia a gimnázium I. osztálya részére. Tankönyvkiadó, 1976.
7. Kémiai kísérleti tankönyv az általános iskolák 7. osztálya részére. (*Bari Róbert, Palatinszky Vilmos, Sárdi Béláné és Sárik Tibor* kísérleti jegyzetének felhasználásával készített *dr. Sárik Tibor*.) Kézirat, 1976.
8. *Dr. Nyilasi János—Dr. Szereday Éva*: Kémia a dolgozók szakközépiskolái részére. Tankönyvkiadó, 1974.
9. *Dr. Sárik Tibor*: Kémiai munkafüzet a 7. osztályos kísérleti tankönyvhöz. Kézirat, 1976.

kémiai fejtörő



Feladatok

1. Ha 3,6 g foszfor-pentakloridot (PCl_5) 200 °C-ra hevítünk, úgy az teljesen elgőzölög és 1 atm. nyomáson 1 liter térfogatot tölt be, közben az alábbi egyenlet szerint disszociál:



Számítsuk ki, hogy a PCl_5 hány százaléka bomlik el?

2. Állapítsuk meg (számítás nélkül) változik-e az oldat kémhatása, pH-ja, az alábbi esetekben és ha igen, melyik irányban,

a) HCl-oldathoz	CH_3COONa -t adunk
b) HCl-oldathoz	Na_2CO_3 -t adunk
c) HCl-oldathoz	NaCl -t adunk
d) NaOH-oldathoz	NH_4Cl -t adunk
e) NaCl-oldathoz	Na_2CO_3 -t adunk
f) NaOH-oldathoz	NaCl -t adunk.

Azoknál az eseteknél, amelyeknél történik kémhatás, ill. pH-változás, írjuk fel a változást előidéző folyamat ion-egyenletét. (A térfogatváltozástól eltekintünk.)

3. Egy ismeretlen összetételű szénhidrogén egy mólja részleges addíció esetén egy mól hidrogén-kloridot addicionál. (Feltételezzük, hogy valamennyi molekula azonos mértékben telítődik.) A folyamat 500 °C-on és 5 atm. nyomáson játszódik le. Ilyen körülmények között 1 gramm anyag 0,2347 liter HCl-gázt köt meg. Mi a vegyület összegképlete?

Írjuk le a vegyület összes izomérjeinek, valamint — a részleges addícióval képződő — monoklór származékainak atomcsoportos képletét és nevét! A feladatok megoldását 1977. szeptember 30-ig kérjük beküldeni az alábbi címre:

ORSZÁGOS PEDAGÓGIAI INTÉZET

Természettudományi Osztály

Kémiai fejtörő

1406 Budapest, Gorkij fasor 17—21.

Az 1977/1. szám feladatainak megoldásai

1. $2 \text{ KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2 \text{ H}_2\text{O}$

100 ml 2 mólus KOH egyenértékű 50 ml 2 mólus H_2SO_4 -val és képződik

0,1 mól = 17,4 g K_2SO_4

100. 1,094 = 109,4 g KOH

50. 1,123 = 56,15

165,55 g oldat

165,55 g oldatban van 17,4 g K_2SO_4

148,15 g vízben van 17,4 g K_2SO_4

17,4 — 10 = 7,4 g K_2SO_4 -nak kell oldatban maradni

100 g víz 11,11 g-ot old

x 7,4 g-ot old

$x = 66,60$ g víz

148,15 — 66,60 = 81,55

Tehát 81,55 g vizet kell elpárologtatni.

2. $\text{Zn}_{(\text{sz})} + 2 \text{ HCl}_{(\text{aq})} = \text{ZnCl}_{2(\text{aq})} + \text{H}_{2(\text{g})} - 34,2 \text{ kcal}$

— 34,2 = $Q_{\text{ZnCl}_{2(\text{aq})}}$ — $2Q_{\text{HCl}}$

$Q_{\text{ZnCl}_2} = -113 \text{ kcal}$

$\text{ZnCl}_{2(\text{sz})} + \text{aq} = \text{ZnCl}_{2(\text{aq})} - 15,6 \text{ kcal}$

— 15,6 = — 113 — $Q_{\text{ZnCl}_{2(\text{sz})}}$

$Q_{\text{ZnCl}_{2(\text{sz})}} = -97,4 \text{ kcal}$

A szilárd ZnCl_2 képződéshője — 97,4 kcal.

3. $\text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O} = \text{ClO}_4^- + 2 \text{ H}^+ + 2 \text{ e}^-$

I. $t = 2 \text{ Ah}$

$\eta = 0,75$

26,8 Ah egyenértékű 99,5/2 g ClO_4^-

$2 \cdot 0,75 \text{ Ah}$ x

$x = 2,7845 \text{ g ClO}_4^-$

I. $t = 2 \text{ Ah}$

$\eta = 0,25$

$4 \text{ OH}^- = 2 \text{ H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4 \text{ e}^-$

26,8 Ah 22410/4 ml O_2

$0,25 \cdot 2$ x

$x = 104,52 \text{ ml normálállapotú oxigén.}$

Az 1977/1. szám feladatait helyesen oldották meg:

Balassagyarmat, Balassi B. Gimn.: Gondos Ágota, Herczeg Edit, Miklósik Márta.

Békéscsaba, Rózsa F. Gimn.: Guba Gizella, Guba Lajos, Koczika Gabriella, Medaraszky László, Oszlács Edit, Sipos Zsuzsa, Szalai Erzsébet, Szósznyák Edit.

Budapest, Irinyi J. Szakk.: Fülöp Vilmos, Mészáros László, Molnár János.

I. István Gimn.: Pálvölgyi Róbert.

Veres Pálné Gimn.: Boytha Péter, Turányi Tamás, Csermely Péter.

Csorna, Hunyadi J. Gimn.: Gasztönyi Balázs, Giczi Zoltán, Lukácsy József, Tóth Edit, Zsirai Antal.

Debrecen, KLTE Gyak. Gimn.: Kiss Katalin.

Eger, Szilágyi Erzsébet Gimn.: Balogh Ildikó, Botyánszky János.

Esztergom, Dobó Katalin Gimn.: Katyi Ferenc, Kecskés Beáta, Körmöndi Gyula,
Tasi Klára, Kulcsár Ibolya, Reményi Zsolt.
Győr, Kazinczy F. Gimn.: Horváth László, Kapui Béla.
Révai Miklós Gimn.: Jankó Tamás, Tóth Klára.
Jászárokszállás, Solymosi I. Gimn.: Nádi Zoltán.
Hajdúszoboszló, Hőgyes Endre Gimn.: Hegedűs Anikó, Nagy Árpád.
Keszthely, Vajda János Gimn.: József László, Kálmán Katalin, Kósa Gyöngyi,
Lázár László, Varga Anikó.
Komló, Kun Béla Gimn.: Kiss Zoltán.
Miskolc, Földes Ferenc Gimn.: Denos Judit, Podlovics István, Szikora László,
Zrínyi Ilona Gimn.: Szakos Éva.
Nagykőrös, Arany János Gimn.: Szelei József.
Nyíregyháza, Zrínyi Ilona Gimn.: Borbély György, Csürke László, Géczi Ottó.
Pécs, Nagy Lajos Gimn.: Lakatos Ágnes, Németh Csaba, Vass János.
Salgótarján, Bólyai János Gimn.: Bokros Ferenc, Koles Károly, Kornis Zsolt,
Sári Zsolt.
Szeged, Ságvári Endre Gimn.: Regdon Géza.
Szekszárd, Garay Gimn.: Parinszky József.
Szolnok, Verseghegy Ferenc Gimn.: Fehér Zoltán, Jekő József, Magyar László,
Mari Terézia, Németh Zoltán.
Tiszafüred, Kossuth Lajos Gimn.: Szabó Ibolya.
Túrkeve, Ványai Ambrus Gimn.: Nagy Edit, Tóth Kornél, Vigh Zoltán.
Veszprém, Lovassy Gimn.: Nagy Károly.
Zalaegerszeg, Ságvári Endre Gimn.: Császár Attila, Tóth Tamás.
Komarno (Csehszlovákia): Takács Alfréd.

СОДЕРЖАНИЕ

В. Палатински (некролог)	65
П. Геден: Моделируем вместе	66
Ч. Михаловски: О новых химических изданиях	69
Д-р Л. Балаж: Преподавание окислительно-восстановительных реакций, II. ...	74
Й. Балог: Методы измерения газового анализа и их употребления	83
И. Хронски: Требования промышленности и развитие исследовательской работы в основных науках	89
Д-р Т. Шарик: О возросшей значении работы в химических кружках начальных школ	92
Химическая головоломка	95

INHALT

Palatinszky, Vilmos	65
Frau Péter Gedeon: Lasst uns modellieren zusammen	66
Frau Csaba Michalovszky: Über unsere neuen Publikationen	69
Dr. Balázs, Lóránt: Unterricht der Redox-Vorgänge II.	74
Balogh, József: Messungsmethoden und Anwendung der Gasanalyse	83
Hronszky, Imre: Industrielle Ansprüche und Entwicklung der grundwissen- schaftlichen Forschungsarbeit	89
Dr. Sárík, Tibor: Über die angewachsene Bedeutung der chemischen Fachzirkel- arbeit in den Grundschulen	92
Chemierätsel	95

CONTENTS

Palatinszky Vilmos (Obituary)	65
P. Gedeon: Let us make models together	66
Cs. Michalovszky: On recent chemistry publications	69
Dr. L. Balázs: The teaching of redox reactions II.	74
J. Balogh: Measuring methods in gas analysis and their applications	83
I. Hronszky: Industrial requirements and the development of research work in fundamental sciences	89
Dr. T. Sárík: On increased significance of work in chemistry circles of elemen- tary schools	92
Chemical Puzzle	95

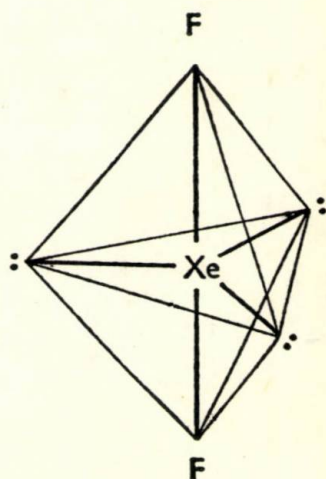
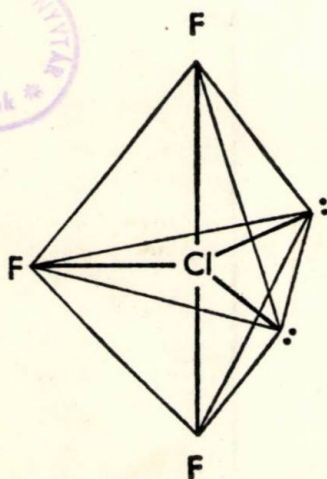
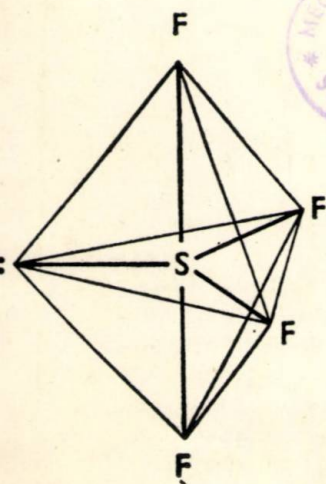
A KÉMIA TANÍTÁSA

1977

4

XVI. ÉVF.

Az Oktatási Minisztérium módszertani folyóirata



A KÉMIA TANÍTÁSA

AZ OKTATÁSI
MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA

SZERKESZTŐ:

DR. BALÁZS LÓRÁNT

Szerkeszti:

A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

Szerkesztőség:

1406 Budapest VII., Gorkij fasor 17. Országos Pedagógiai Intézet Kémiai Tan-
széke. Telefon: 228-238, 228-203, 229-275,
228-609, 228-823. — Kiadja a Tankönyv-
kiadó, 1363 Budapest V., Szalay utca
10-14. — A Kiadásért felelős a Tan-
könyvkiadó igazgatója. — Terjeszti a
Magyar Posta. Előfizethető bármely
postahivatalnál, a kézbesítőknél, a
Posta hírlapüzleteiben és a Posta Köz-
ponti Hírlap Irodánál (KHI, Budapest
V., József nádor tér 1., telefon: 180-850,
postacím: 1900 Budapest) közvetlenül
vagy postautalványon, valamint át-
utalással a KHI 215-96 162 pénzforgal-
mi jelzőszámra. Előfizetési díj egy
évre: 14,— Ft.

8942 — Révai Nyomda, Budapest
F. v.: Bede István

ISSN 0451-6419

Megjelenik évente négyszer

Kérjük a Kartársakat, hogy
közlésre szánt cikkeiket gé-
pelve, két példányban küld-
jék meg a szerkesztőség
fenti címére. — A papír-
lapnak csak egyik oldalára,
kettes sortávolsággal ír-
janak. Egy-egy oldalra 30
sort gépellenek. A sor hosz-
za 66 betűhely. A cikkek
terjedelme legfeljebb 4—5
gépelt oldal lehet. A rajzo-
kat, táblázatokat külön la-
pon, megfelelő ábraszöveg-
gel (aláírással) ellátva küld-
jék be.

Szerkesztőség

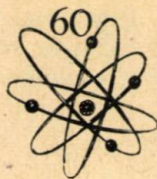
A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

Hinora Sándorné, Kovács László, dr. Körner Miklós-
né, Michalovszky Csabáné, dr. Pataki László, dr.
Rácz Fodor Benő, dr. Rozgonyi Jánosné, Sárdi
Béla, dr. Szűcs László

TARTALOM

Nyilasi János: A vegyértékfogalom ala- kulása	99
Cs. Nagy Gábor—Katonáné Vadas Ágnes— Mojzes János: Tapasztalatok az atom- szerkezeti fogalmak tanításával kap- csolatban	103
Balázs Lóránt—Csákány Antal: A zseb- számológépek a kémiatanításban	108
Bartsch Iván: Új kémiai falitáblák a kö- zépiskolák számára	126
Kémiai fejtűró	127

Emlékezés öt képben 1917–1977



1. „Töprengve, ámulva, mozdulatlanul állok —
fejem fölött már esőtől terhes, nehéz, sűrű fellegek
gomolyognak, és a töprengő szellem néma hódolat-
tal borul le beláthatatlan térségeid előtt. Mit jö-
vendől ez a végtelen térség? Hát tebenned ne
születnének határtalan, nagy gondolatok, mikor
annyi a hely, ahol kifejlődhetnek, nagyvá lehet-
nek? És elfog az áhitat, ez a végtelenség titokza-
tos erővel tölti meg a lelkemet, természetfölötti
látónoki képességet ad a szememnek: ó, Orosz-
ország! milyen ragyogó, valamikor elkövetkező
nem sejtett csodák földje vagy te! ...”

(Gogol: Holt lelkek)

Egy óriási térség rémlik fel, ahol halottak az utak, halottak a házak, halottak
a lelkek. Ahová csak betoppan a legendás trojka, hazugság, butaság, közöny
és állati kapzsiság, nyomor és félelem. Sokmillió ember él úgy, hogy sóhajtsága,
lélegzése se hallik, s aki e föld fia, s akiben tudat világol, szívére kövesedett
fájdalommal nézi hazáját, népét.

2. „Nyilovna kitépte karját, és megkapaszkodott
az ajtófélfában.

— Tengernyi vérrel sem lehet eloltani az igaz-
ságot...

A karját ütötték.

— Ezzel csak tetézték a gonoszságokat, esz-
telenek! A ti fejetekre hull az vissza majd...

Az egyik csendőrtorkon ragadta, és fojtogatni
kezdte.

Nyilovna rekedten fejezte be:

...szerencsétlenek...

Valaki hangos zokogással válaszolt rá.”

(Gorkij: Az anya)

Dohognak a komor gyáarak, reggel nyelik, este ontják a fáradt embereket.
Lassan népesülnek a holt vidékek, holt utak, jönnek-mennek a hírek, enged
a fásult közöny. A fájdalom fáj, a gyűlölet éget, az öklök feszülnek, a szemek
izzanak.

3. „Ő maga is
betoppant,
kopott köpenyben
jár-
kel,
nem ismeri fel senki, és
úgy mondta,
ma korai lenne
s holnapután — késő
a fölkelés.
Holnap tehát.

No, végre, most megadjuk!”

(Majakovszkij: Csudajó!)

Egy ember kelt népéből, egy azon kevesek közül, akit életében is, halálában is tisztaság övezett, aki okos volt, kemény és egyszerű, évszázadokra nagy ember, s minden matróznak, vöröskatonának vezére és testvére.

4. „Mégiscsak valóra vált a kevés boldogság, amelyről álmatlan éjszakákon át ábrándozott: ott állt a szülőház kapujában, és karján tartotta egyetlen fiát...

Ez volt minden, ami az életben számára megmaradt, ami egyelőre még összekapcsolta a földdel és a hideg nap alatt ragyogó egész óriás világgal.”

(Solohov: Csendes Don)

A végtelen mezőkön, a hatalmasan hömpölygő folyók mellett testvér öli a testvért — s a harmadik örül. Annak rosszabb-e, amelyik elesik, de igazul, vagy annak, aki él, de már látja, hogy fiatalsága, ereje, harci kedve hiába lobbant el, hazugságért, hiúságból, céltalanul.

5. „Fölemelte a mutatópálcát, és megmutatta a leendő villanyenergiaközpontokat, kirajzolta a térképen azokat a területeket, amelyekre az új civilizáció kiterjed, és a pálcája nyomán a köröcskék felragyogtak és mint a csillagok tündököltek a színpadon.”

(A. Tolsztoj: Golgota)

Elmúlt a harc, hegednek a sebek. A testé gyorsabban, a léleké lassabban. Az a négy ember, aki megjárta a háború és a magány poklát, lábadozik. Egy közösség meleg és boldogító közegében remél és hisz emberi jövőt magának és gyermekeinek: meghódított elemeket, „elemberiesített” természetet, ön-maga megvalósításának lehetőségét a villanyfény megvilágította, szeretett földdarab valamelyik pontján.

A vegyértékfogalom alakulása

A klasszikus meghatározás szerint a vegyérték az a szám, amely megadja, hogy a különböző kémiai elemek atomjai hány hidrogénatomot képesek lekötni vagy vegyületeiben helyettesíteni. Tágabb értelemben a vegyérték az atomoknak vagy atomcsoportoknak az a tulajdonsága, hogy csak meghatározott számú más atommal vagy atomcsoporttal képesek összekapcsolódni.

A vegyérték fogalma olyan értelemben, hogy az útmutatóan hatott a kémiai kutatásokra, csak a múlt század ötvenes éveiben alakult ki. Ez azért különös, mert a század elején számos elem atomsúlyát már meglepően pontosan megállapították, és ismeretes volt az állandó, illetve többszörös súlyviszonyok törvénye is. A vegyérték fogalmának csirái pedig az utóbbiban benne foglaltatnak.

A vegyérték történetével kapcsolatban másrészt az is meglepő, hogy maga az elmélet nem az egyszerű, szervesen vegyületek tanulmányozása nyomán bontakozott ki, hanem a sokkal bonyolultabb szerves fémvegyületekkel kapcsolatban. *E. Frankland* angol kémikus e vegyületekkel foglalkozó, 1853-ban írott cikkében a következő mondat olvasható: „A kötődő atom affinitása mindig ugyanolyan számú más atom útján elégül ki, függetlenül azok kémiai jellegétől.” Másutt a különböző atomok „telítési kapacitásának” fontosságát hangsúlyoztatja, anélkül azonban, hogy kísérleteiből általánosabb érvényű következtetéseket vonna le.

A. *Kekülé* német vegyésznel 1854-ben található meg a vegyértékelméletre történő utalás. *Kekülé* az elemeknek azt a képességét, hogy meghatározott számú hidrogénatommal vagy a hidrogénatomok számával egyenértékű más atommal vagy gyökkel kapcsolódhatnak, „atomosságnak” nevezte. Nyilvánvaló azonban, hogy ugyanazt értette ezen, mint amit később általánosan vegyértéknek neveztek. A „vegyérték” („Valenz”) elnevezést csak az 1860-as években kezdte használni *C. W. Wichelhaus*, majd *L. Meyer*.

A. *S. Couper* skót kémikus csakúgy, mint *Kekülé* 1858-ban már általános elvként rögzítik a szén „négyatomosságán” kívül más atomok meghatározott vegyértékűségének tételét is. A szénatom négyvegyértékűségét *H. Kolbe* német vegyész csak azért nem ismerte fel *Couper* és *Kekülé* előtt, mert az általa alkalmazott atomsúlyok tévesek voltak.

A vegyérték jelzésére *Couper* használta először az atomok vegyjeleit összekötő vonalakat, anélkül azonban, hogy a vegyértékeknek fizikai értelmezést tulajdonított volna.

A szén négyvegyértékűségének kérdésével *A. M. Butlerov* orosz kémikus is behatóan foglalkozott. Megállapítása szerint az anyagok sajátságait nemcsak a molekuláikban levő atomok minősége és száma határozza meg, hanem az atomok egymáshoz kapcsolódásának sorrendje és módja is. A molekulák szerkezete az anyagok kémiai reakciói és egyéb sajátságai révén megismerhetők és szerkezeti képletekkel ábrázolhatók. *Butlerov* megállapította azt is, hogy az atomoknak az egyes kémiai reakciókban meghatározott vegyértéke van, amely azonban nem kötelezően állandó az adott elem összes vegyületeire.

Kialakult tehát az állandó és változó vegyértékű elemek fogalma. A vegyértéket nulla és nyolc közöttinek találták. A hidrogénnel szemben maximálisan negynek, az oxigénnel szemben pedig maximálisan nyolcnak.

A vegyértékekről szóló elgondolásokban korszakalkotó jelentőségű lépés volt, amikor 1874-ben *van t'Hoff*, illetőleg *le Bell* a vegyértékek térbeli irányítottaságára hívták fel a figyelmet, magyarázatot adva az optikai izoméria jelenségére.

A vegyértékelmélettel kapcsolatban azonban problémák is jelentkeztek. Akadtak ugyanis vegyületek, amelyek szerkezeti képletét nem lehetett ellentmondásmentesen értelmezni. Gondoljunk csak a nitrogén-monoxid vagy a szén-monoxid példájára. Ezek molekulájában a három vegyértékű nitrogénnek, illetve a négy vegyértékű szénnek nincsen valamennyi vegyértéke lekötve, ennek ellenére a vegyületek mégis stabilak. Számos ún. „anomális” vegyülettel kapcsolatban „szabad” vegyértékeket kellett feltételezni.

A nagyobb, átfogóbb jelentőségű nehézségek a komplex vegyületekkel kapcsolatban mutatkoztak.

Már viszonylag régebben megfigyelték, hogy önállóan létező, a vegyérték-szabály szerint telítettnek tekinthető molekulák egymással egyesülni képesek, miközben újabb, összetettebb vegyület képződik. *Berzelius* a szerves vegyületek közül azokat, amelyek a vegyértékszabálynak megfelelnek, elsőrendű vegyületeknek nevezte. Azokat viszont, amelyek a molekulák egyesüléséből keletkeznek, magasabb rendű vegyületeknek.

Ez utóbbi — ma is érvényes elnevezéssel — komplex vegyületekkel az 1890-es években *A. Werner* svájci szerves kémikus foglalkozott igen részletesen. Nagyszámú kísérleti megfigyelése alapján a komplex vegyületek szerkezetét igyekezett tisztázni. *Werner* a klasszikus vegyértékszabályt a komplexekkel kapcsolatban is érvényesnek tartotta, de feltételezte, hogy az kibővíthető. Ahogy a szénvegyületek szerkezetének megismerése szempontjából olyan gyümölcsözően hatott a gondolat a tetraéderes elrendeződést illetően, *Werner* a komplex vegyületekkel kapcsolatban képzelte el egy központi atomot (illetve iont), amely körül a térben egyenletesen elosztva ún. mellékvegyértékekkel kapcsolódnak a koordinált molekulák vagy ionok. Ezek alkotják a központi atom körül a belső szférát és a központi atommal együtt a komplex iont. A komplex ionhoz szabályos vegyértékekkel — *Werner* szerint fővegyértékekkel — a központi atomtól távolabb helyezkednek el az ellentétes töltésű ionok, a külső szférát képezve. Az egészet együtt tekintette komplex molekulának. A központi atom körül elhelyezkedő ionok vagy molekulák száma a koordinációs szám. *Werner* az akkori ismereteknek megfelelően a fő- és mellékvegyértékek közötti különbséget, illetve ezek mibenlétét megindokolni természetesen nem tudta. A komplex vegyületekkel kapcsolatos elgondolásai azonban elsősorban azért jelentősek, mert ezek jelentették a szerves kémiai sztereokémiai gondolkodás kezdetét.

Noha eleinte úgy látszott, hogy határozott különbség tehető a fő- és mellékvegyértékek között, később — főleg az elektrolitos disszociáció tanulmányozása során — a kétféle vegyérték megkülönböztetésének kérdése egyre inkább összebonyolódott. Régebben, a klasszikus vegyértékek arányában létrejövő kapcsolatokat egységes kémiai kötésnek tekintették, csupán erősségük szerint tettek különbséget. Kiderült azonban, hogy többféle kémiai kötés van, amelyek az erők jellegében különböznek egymástól. A kémiai kötés természetének megismerésével a vegyértékfogalommal kapcsolatban mind több nehézség támadt. A vegyértékvonalas ábrázolás a szerkezeti eredményekkel az esetek jelentős részében ellentmondásba került.

Problémák adódtak az oxidációs-redukciós folyamatoknak a klasszikus vegy-

érték megváltozásával való jellemzésével kapcsolatban is. Például ha az ammónia hidrogén-kloriddal reagál és ammónium-klorid képződik, a nitrogén vegyértéke háromról ötre növekedett. A folyamat azonban mégsem tekinthető oxidációnak.

A hipoklórossav ha hidrogén-kloridra és oxigénre bomlik, redukálódik, hiszen oxigén szabadul fel belőle. A klór vegyértéke azonban mindkét vegyületben egy.

Az aldehidek viszonylag könnyen a megfelelő szerves savakká oxidálhatók. Az alkotó atomok vegyértéke azonban nem változik meg.

A redoxifolyamatoknak a vegyértékváltozással történő magyarázata érdekében később bevezették a pozitív és negatív vegyérték fogalmát is. Az oxidációt a vegyérték pozitív irányban való változásával jellemezték, a redukción az ellenkező irányú változással. Valamennyi nehézséget azonban így sem lehetett leküzdeni.

Századunk elején — miután a kémiai kötések alapvető típusai ismertté váltak — a vegyértéket az ionos kötésű anyagok esetén az ion töltésével, a kovalens kötésű anyagokkal kapcsolatban pedig a kapcsolatot létesítő elektronpárok számával vették azonosnak. Az anyagok egyrészénél így probléma nem merült fel. A nátrium pl., amely vegyületeiben mindig ionos kötésű, egy vegyértékű, megfelelően annak, hogy a nátriumion egy pozitív töltésű. Az oxigén azonban ionos és kovalens kötések egyaránt létesíthet. Mint egyszerű atomionnak a töltése mindig két negatív. A kovalens kötéseinek száma azonban lehet kettő (H_2O , $\text{H}_3\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3$), lehet három (H_3O^+ , CO) és lehet négy (ZnO , Cu_2O).

Ilyen és hasonló esetekben tehát kétféle vegyértéket kell használni, melyek közül az egyik (az ionos vegyérték) az ion töltését, a másik (a kovalens vegyérték) a kovalens kötések számát adná meg. Bonyolítja azonban a helyzetet az a tény, hogy az ionos és a kovalens kötés csupán két határeset, közöttük fokozatos átmenet van. Ilyenkor az egyes atomokra jutó töltés az elemi töltésnek nem egészszámú többszöröse. Gondoljunk pl. a poláros kötések tartalmazó H_2O - vagy SO_2 -molekulákra. Célszerűnek látszott ezért az ionos vegyérték szempontjából a polarizált kovalens kapcsolatokat is ionos kötésként felfogni, és az ily módon tágabban értelmezett ionos vegyértéket mint oxidációs számot emlegetni. Az azonos atomok közötti kapcsolatban az elektronok eloszlása teljesen szimmetrikus (H_2 , O_2 , N_2 , P_4 , S_8), ilyen esetekben az oxidációs szám értéke zérus.

Ha viszont másrésről a kötések polarizáltságát figyelmen kívül hagyjuk, és a kötést „teljes értékű” kovalens kötésnek tekintjük, a kovalens vegyértéknek megfelelő számot, a kovalens kötések számát vagy röviden a kötésszámot kapjuk meg.

A kémia tudományában és oktatásában mind az oxidációs számnak, mind a kötésszámnak meg van a jelentősége. Értéktartományuk általában különböző. Az oxidációs szám nullán kívül csak pozitív vagy negatív előjelű egész szám lehet. Molekulák vagy atomrácsos kristályok esetén, ha az alkotó atomok oxidációs számát összegezzük, zérust kapunk, összetett ion esetén az ion töltését. Az oxidációs számok megállapításához nem feltétlenül kell ismerni a kérdéses vegyület szerkezetét. (Részben ezzel függ össze, hogy az oxidációs számnak fontos szerepe lehet a vegyületek csoportosításában is.)

Ahhoz viszont, hogy a kötésszámot megállapíthassuk, nem elegendő az összetélt kifejező tapasztalati képlet ismerete, szükség van a szerkezet felderítésére is. Gondoljunk csak arra, hogy bár a HgO , CO és ZnO képletek hasonlóak, az oxigén kötés száma ezekben a vegyületekben rendre kettő, három, illetve négy.

(A kritályos higany[II]-oxidban az atomok egydimenziós végtelen polimert alkotnak, ahol az atomok egy-egy elektrópárral kapcsolódnak a két szomszéd atomhoz. A szén-monoxid molekulájában hármass kötés van. A cink-oxid kristályában minden cinkatomhoz négy oxigénatom és minden oxigénatomhoz négy cinkatom kapcsolódik, polarizált kovalens kötéssel. A kötések fele datív eredetű, a kötésszögek tetraéderek.)

A kötésszám értéke csak pozitív lehet, de nem minden esetben egész szám. Törtérték akkor adódik, ha pi-elektronok delokalizálódnak. A karbonátionban pl. az oxigén kötésszáma $1\frac{1}{3}$, a szén kötésszáma viszont egész szám, az előbbi érték háromszorosa, azaz négy.

Mivel a molekulákban, összetett ionokban az atomok (pontosabban atomtörzsek) között nemcsak egyszeres, kétszörös vagy hármass kötések lehetségesek, hanem ezek között különböző átmenetek is, Coulson bevezette a kötésrend fogalmát. Kötésrendnek azt a számot nevezzük, amely megadja, hogy a kérdéses molekulában vagy összetett ionban a kiválasztott két atom között a kémiai kötés az egyes kötésnek hányszorosa. A kötésrend számszerű értéke különböző kísérleti adatokból (atommegtávolságok, kötéserősségek) jó közelítéssel megbecsülhető.

A kötésszám megállapítása érdekében — mint az előbbi példák is mutatták — a polarizált kovalens kötések teljes értékű kovalens kötéseknek tekintjük. Ha a kérdéses molekulában, összetett ionban vagy atomrácsos anyagban az atomok kötésszámait összeadjuk, egész számot kapunk. Problematikus azonban a kötésszám meghatározása akkor, ha a kötés többcentrumú molekulapályák kialakulásával kapcsolatos, mint például a boránok (B_2H_6) esetében. Sem a kötésszám, sem az oxidációs szám nem alkalmazható az intermetallikus, illetve intersticiális vegyületekkel ($Mg_4Ca_3 \cdot Fe_3C$) kapcsolatban.

Az oxidációs szám és a kötésszám használhatósága szélesebb körű és nem olyan ellentmondásos, mint a klasszikus vegyértékfogalom. A kötésszámnak inkább a szerves kémiában, az oxidációs számnak viszont a szervetlen kémiában nagyobb a jelentősége. Utóbbi a redoxifolyamatok értelmezésénél nélkülözhetetlen. Amíg tehát a kémiának tudománnyá való fejlődésében a vegyérték fogalma jelentős szerepet játszott, és a kémia didaktikájában is kiterjedten alkalmazták, ma már újabb fogalmak léptek a helyére. Természetesen ezeknek a fogalmaknak is megvannak a maguk korlátai. Sem az oxidációs, sem a kötésszám nem tájékoztat például a polarizáció mértékéről, a kötések erősségéről vagy a geometriai viszonyokról, az alkotó részecskék térbeli helyzetéről. Ezeknek jellemzésére, számszerű kifejezésére más fogalmakat, adatokat használunk. Közülük a koordinációs szám fogalmát a komplex vegyületekkel kapcsolatban már említettük. Általánosabb megfogalmazás szerint a koordinációs szám a komplex molekulákban, ionokban, valamint a kristályrácsokban a kérdéses atomot vagy iont körülvevő szomszédok száma. A koordinációs szám értéke a kovalens kötésű kristályok és a komplex vegyületek egyrészénél a kötésszámmal megegyező. Főleg az ionrácsos anyagok esetén a koordinációs számot az ionok méretének egymáshoz való viszonya szabja meg és nem az ion töltése, vagyis a kérdéses elem oxidációs száma.

A vegyérték klasszikus értelemben vett fogalmát ma már nem használjuk. A vegyérték név azonban olyan kifejezésekben, mint vegyértékelektron, vegyértékhéj, vegyértékszög tovább él.

Tapasztalatok az atomszerkezeti fogalmak tanításával kapcsolatban

Több éves, sokoldalú előkészítés után az 1976—77. tanévben bevezetésre került a gimnáziumok új kémia tanterve. Az átállással természetes módon együttjáró nehézségek csökkentése érdekében — a korszerűsítés szükségességét és aktualitását bizonyító állásfoglalások [1] mellett — az új tantervi koncepciót részleteiben bemutató közlemények is napvilágot láttak [2]. Ezt a célt szolgálták a „Kémia tanárok VI. Országos Konferenciájának” előadásai csakúgy, mint az időközben megjelent írott segédanyagok [3]. Mégis, mindezek ellenére, egyfajta bizonytalanság, kételkedő hangulat is érzékelhető volt a tanév elején — különösen a modern *anyagszerkezeti ismeretek* taníthatóságát illetően. Az alábbiakban arról a *tervezetről*, iskolai *kipróbálásról* és *eredményeiről* szólunk röviden, amellyel éppen a jelzett problémakört kívántuk vizsgálni.

Célunk az volt, hogy „Az anyag felépítése és szerkezete” c. téma első nagyobb egységét — az *atomok szerkezetével* foglalkozó részt — úgy dolgozzuk fel, hogy az megbízható alapot jelentsen a kémiai tanulmányok további menetében. Választásunk azért esett erre a témakörre, mert

- az új tantervi ismeretanyag — összességében deduktív — feldolgozása nagyon biztos alapfogalmi rendszert feltételez. A kémiai kötések értelmezése, az összetett anyagi rendszerek vizsgálata az ismeretek *alkalmazásának* szintjén csak akkor valósulhat meg, ha van *mit* alkalmazni! Más szóval: ha kellő szintű atomszerkezeti alapismerettel rendelkeznek a tanulók.
- Hazai középiskolai kémia tanításunknak nincsenek hagyományai az ennyire elvont *fogalmak kialakítása* terén. Keresni kell tehát azokat a tanítási-tanulási eljárásokat, amelyek eredményesen alkalmazhatók 14—15 éves tanulók fogalomalkotásában, amikor közvetlen demonstrációra nincs lehetőség.

A *tervezés* fázisában több olyan tényezőt vettünk figyelembe, amelyek — feltevéseink szerint — számottevően befolyásolják ezen új ismeretek átadásának hatékonyságát. Közülük a legfontosabbak a következők:

a) A tanulók fogalomalkotásának tanuláspszichológiai jellemzői és az életkori sajátosságok

A témakör sok, valóban új, absztrakt fogalmat, általános érvényű elvet tartalmaz. Ezek eredményes átadása, illetve elsajátítása megkívánja az absztrakcióhoz és általánosításhoz szükséges észlelések biztosítását, a képzetek kialakítását, a lényeges és lényegtelen jegyek elkülönítését. A fogalomalkotás első fázisaiban a gondolkodási műveletek közül az *összehasonlítás*, az *analízis*, a továbbiakban pedig a *szintézis* jut döntő szerephez. Szem előtt kell tartani, hogy az atomszerkezeti ismeretek megszerzése abban az életkori szakaszban történik, amelyet — a tanulók többségénél — még az ún. „felsőtagozatos kor” [4] gondolkodási képességei jellemeznek. Ez azt jelenti, hogy a tanulók képesek ugyan induktív következtetésekre, elvont fogalmak alkotására és deduktív

alkalmazásukra, de a sokoldalú természettudományos megismerésen alapuló elvek, elméletrendszerek felfogásának és tudatos alkalmazásának csak a lehetőségét hordozzák magukban. E lehetőség valóra váltása — többek között — a kémiatanár szakmai-pedagógiai felkészültségén múlik.

*b) A tananyag jellege és az általános iskolából a gimnáziumba való átmenet szak-
tárgyi jellegzetességei*

A középiskolai kémiatanulmányok kezdetének jellegzetes nehézségei a mindennapos tanítási gyakorlatból és az irodalomból [5] közismertek. Ezeket a problémákat most és még néhány évig egy további objektív tényező súlyosbítja, mivel a gimnáziumi tantervi reform megelőzte az általános iskolait. Ennek pedig az a természetes következménye, hogy a középiskolába lépő tanulók nem rendelkeznek korszerű természettudományos alapismeretekkel. Az új tananyag jellege és struktúrája ugrásszerűen *megváltozott szemléletet* feltételez a tanulók részéről, aminek kialakítása és formálása sajátos didaktikai feladatot ró a szaktanárra. Ezek közül elsősorban — épp az előzőekben vázolt okok miatt —

c) a motiválás és a szemléletesség elvének megvalósítására kell törekednünk.

Az atom szerkezetének megismerése, „felfedezése” első hallásra izgalmas, érdeklődést keltő feladat, de nagyon fontos, hogy a kíváncsiság, a megismerés belső igénye *végigkísérje* a tanulás folyamatát. Másrészt — a közvetlen, kísérleti úton nem demonstrálható fogalmak, elvek, jelenségek megközelítésében — jelentős szerephez juthatnak a közvetett megjelenítés hagyományos és újabb formái.

Ugyancsak a tervezés fázisában választottuk ki a vizsgálat színteréül a KLTE Kossuth Gyakorló Gimnáziumának *általános* tantervű I. a. osztályát, így nem kellett számolnunk az egyes tagozatok speciális érdeklődési körével, mint a vizsgálatot jelentősen befolyásoló faktorrall. E választásunk létjogosultságát később megerősítették az „Általános kémiai alapfogalmak” c. téma felmérő dolgozatának eredményei is: a tantervi követelmények szellemében összeállított dolgozatot az osztály tanulói 58,4%-os átlagteljesítménnyel oldották meg. Ez az érték és az egyes osztályzatok „normális eloszlása” egyaránt azt mutatta, hogy *átlagos felkészültségű* osztállyal van dolgunk.

A részletes tématerv bemutatásától és az egyes órák módszertani leírásától ezen a helyen eltekintünk, csupán a *motiválással és szemléltetéssel kapcsolatos tervek*re térünk ki.

A tanulók *érdeklődésének felkeltése* és ébrentartása céljából elsősorban *tudománytörténeti* eseményeket idéztünk, s a szóbeli ismertetést *diaképekkel* egészítettük ki (pl.: Dalton, a Curie-házaspár, Rutherford, Mengyelejev munkássága stb.). Ezt a célt szolgálták a *hasonlatok, analógiák*, amelyeket a makro- és mikrovilág jelenségeinek összehasonlítása során alkalmaztunk, valamint a tanulók *egyéb forrásokból* (ismeretterjesztő irodalom, tv stb.) szerzett információinak felhasználása is (pl.: radioaktivitás, izotópok alkalmazása stb.).

Az érthetőség fokozása, a *szemléletesség elvének* érvényesítése érdekében a hagyományos képi megjelenítés (táblai rajz, falitábla) mellett a következő szemléltető eljárásokat alkalmaztuk:

- *hurokfilmen* mutattuk be a Rutherford-féle szóródási kísérletet, amely az atommag létének közvetlen bizonyítéka;
- *diapozitívokkal* szemléltettük a kémiatörténeti epizódokat;

- *mágneses applikációt* alkalmaztunk a pályaenergia értelmezése, az elektronburok kiépülése és a periódusos rendszer tárgyalása során;
- gyakorlatilag minden órán használtuk az *írásvetítőt*, amellyel *egyszerű és fokozatosan épülő* ábrákat (fázistranszparenszeket) mutattunk be.

Az Irányító Tanmenetnek megfelelően a „Periódusos rendszer” c. téma után összefoglaló-gyakorló órát tartottuk, majd megíratuk az alábbi felmérő feladatlapot (a feladatok „A” és „B” változatban készültek, de azok jellege és nehézségi foka megegyezett):

II. témazáró

Név:

 pontszám érdemjegy

1. Karikázd be a helyes választ !

A tömegszám egyenlő:

- A) a protonok számával
- B) a neutronok számával
- C) a protonok és neutronok számának összegével
- D) az elektronok számával
- E) a protonok és elektronok számának összegével

2. a) Töltsd ki a következő táblázatot !

Atom	Rendszám	Tömegszám	Protonok száma	Neutronok száma	Elektronok száma
Oxigén	8			8	
Magnézium		24			12
Szén		12	6		

b) Fogalmazd meg, mit fejez ki ez a jelölés: $^{27}_{13}\text{Al}$!

-
3. a) Izotópatom fogalma:
- b) A 7-es rendszámú elem a nitrogén. Két izotópja ismeretes; ezek a 14, illetve 15 tömegszámúak. Rajzold le a két izotóp atommagjának összetételét !
4. Írd be, hogy melyik elemi részecskére vonatkoznak a következő megállapítások! (Ezeket a jelöléseket használd: p^+ : proton; n^0 : neutron; e^- : elektron !)
- elektromosan semleges
 - egységnyi pozitív töltésű
 - tömege kb. a protonéval egyenlő
 - számával egyenlő a rendszám
 - egységnyi negatív töltésű
 - tömege elhanyagolhatóan kicsi
5. Állapítsd meg, hogy az alábbi atomok közül melyek izotópjai egymásnak ! A betűjeleket írd a megfelelő helyre !
- A: 12 proton + 13 neutron
 - B: 6 proton + 6 neutron
 - C: 11 proton + 12 neutron
 - D: 12 proton + 12 neutron
 - E: 5 proton + 5 neutron
- Izotópok:
- Nem izotópok:
6. A helyes választ karikázd be !
- A tartózkodási valószínűség megadja, hogy
- A) hol tartózkodik az elektron egy adott időpillanatban
 - B) mennyi időt tölt egy adott helyen az elektron
 - C) az elektron egy adott helyen milyen valószínűséggel található meg
 - D) egy korábbi időpillanatban hol volt az elektron
 - E) milyen valószínűséggel tartózkodik egy energetikailag stabil pályán

7. a) A pályaenergia fogalma:
- b) A helyes választ karikázd be !
 A pályaenergia függ
 A) az atommag összetételétől
 B) a mágneses és a spinquantumszám értékétől
 C) az atommag és az elektronok elektrosztatikus kölcsönhatásától
 D) a fő- és a mellékquantumszám értékétől
 E) csak a főquantumszám értékétől függ
8. Építsd ki energiadiagramon a 15-ös rendszámú foszforatom elektronszerkezetét !
 Írd fel a pályafeltöltődés sorrendjét !
9. Miért nem tud egy atom összes elektronja a legkisebb energiájú atompályán elhelyezkedni? (Próbálj egy mondatral válaszolni !)
10. Az alumínium rendszáma 13. Hány darab elektron található 2,5 mól alumíniumban?

Minden egyes helyes választ a lehetséges mértékig elemeire bontottunk, s valamennyi megoldáselemet külön értékeltünk. Ezáltal részben az elbírálás *objektivitását* kívántuk fokozni, másrészt azt szerettük volna elérni, hogy a tanulók az adott fogalom, jelenség lényegét *saját szavaikkal, kifejezéseikkel* is megfogalmazhassák. Ha ugyanis a válasz nem reprodukálja szószerint a tankönyv definícióját, de az elvileg helyes megoldás elemeit hibátlan logikai rendben tartalmazza, akkor az a maximális pontszámot érdemli. (Hiányos válasz természetesen csak a tartalmával arányos pontszámot éri !) A pontszámokat úgy állapítottuk meg, hogy azok összege — hibátlan és teljes megoldás esetén — 100 legyen. A dolgozatot írt 34 tanuló teljesítményét a mellékelt táblázatban foglaltuk össze.

Tanulók		Teljesítmény	
száma	%-a	pont (%)	érdemjegy
19	57,6	91—100	5
9	27,9	81— 90	4
3	9,3	71— 80	3
2	6,2	46— 70	2
1	3,1	0— 45	1
Átlagteljesítmény:		89	

A két felmérés adatainak egybevetésével egyszerűen megállapítható, hogy az osztály átlagteljesítménye összességében *30,6%-kal javult*, az előfelméréshez viszonyítva. Ilyen mértékű javulásra nem számítottunk, annak ellenére, hogy már a tanítási órákon számos biztató előjelet tapasztaltunk. Harmincegy tanuló eredményei alapján széleskörűen általánosítható következtetéseket keresni megalapozatlan, irreális törekvés lenne. Éppen ezért nem szándékunk a felmérés számszerű adatainak részletes feldolgozása, elemzése. Helyette azokat a — tanítás menetében szerzett — tapasztalatokat foglaljuk össze az alábbiakban, amelyeket a felmérés eredményei is megerősítenek:

— A tanulókból él a természet, az anyag megismerésének vágya, érdeklődésük könnyen felkelthető és huzamosabb időn át is fenntartható. Ez persze,

tudatosan tervezett motivációs tevékenységet kíván a tanártól, ami esetenként többletmunkát jelenthet. A „befektetés” azonban „megtérül”: az órák kedvező légköre, hangulata s a tanulók magasszintű aktivitása növeli az eredményességet.

— Az elvont fogalmak megközelítése, kísérlettel nem demonstrálható jelenségek értelmezése igen jó hatásfokkal valósítható meg, ha kihasználjuk a *közvetett tapasztalatszerzés* különböző formáit. A sokoldalú és célirányosan alkalmazott *képi megjelenítésnek*, a *szemléltetésnek* döntő szerepe van az ismeretanyag közvetítésében. Tapasztalataink szerint a képek, egyszerű ábrák, fázis-transzparenszek — a kémiai információk hordozásán túl — jellegzetes motiváló hatást fejtenek ki, amiben az írásvetítő előnyös sajátosságai is közrejátszanak. Messzemenően indokolt tehát az az igény, hogy az OOK-ban megtervezett fázis-transzparens ábrásozokat állítsák elő megfelelő mennyiségben, hogy ahhoz valamennyi szaktanár hozzájuthasson.

— Az átlagos felkészültségű és érdeklődésű tanulók is *képesek* az atom szerkezetével kapcsolatos *absztrakt fogalmak elsajátítására*. Ennél árnyaltabb megfogalmazásban azt mondhatjuk, hogy a *megértés, felismerés és reprodukálás* szintjén gyakorlatilag teljes mértékben sikerült a tantervi előírások, követelmények teljesítése. Ugyancsak kedvező a kép az ismeretek alkalmazásával kapcsolatosan, ha olyan feladat megoldása a cél, amellyel analóg vagy rokon problémával már találkoztak a tanulók. Viszonylag gyengébb a teljesítmény abban az esetben, amikor — jellegét tekintve — teljesen új probléma megoldása során kell az ismereteket alkalmazni.

Világosan látjuk, hogy a fenti megállapításaink érvényességi köre korlátozott, s nemcsak azért, mert egyetlen iskola egyetlen osztályában szerzett tapasztalatokon alapul. Ezt támasztja alá néhány további megfigyelésünk is, amelyek megoldatlan *problémaként*, nyitott kérdésként jelentkeznek. Közülük az alábbi kettőt különösen lényegesnek tartjuk:

— *Az anyagrézsz feldolgozására szánt időtartam kérdése*. Ahhoz, hogy betartsuk az előírt óraszámot, ugyanakkor megfelelő eredményt érjünk el, nagyon intenzív tanári-tanulói munkára volt szükség az egyes órákon. Így viszonylag *kevés idő* maradt az egyéni, szóbeli *számonkérésre* és az ismeretek *gyakorlására*. Utóbbi gondok kiküszöbölése több gyakorló, korrepetáló foglalkozást szerveztünk — önkéntes részvétellel. Annak ellenére, hogy végülis igen jó teljesítményt nyújtott az osztály, úgy véljük, hogy nem ez a legcélravezetőbb megoldás. A *munkafüzetek* használata feltétlenül javítaná az egyéni gyakorlás lehetőségeit. A gyakorlásra fordított magasabb óraszámából következnek az a tény, hogy több gimnáziumban és osztályban nem tudták elvégezni a tantervi anyagot; az utolsó fejezet tárgyalását a II. osztályba viszik át.

— *Az ismeretek tartósságának és aktivizálhatóságának problémája*. Célunk az volt, hogy a fogalmak *kialakítása és elsődleges rögzítése* tekintetében optimális tantárgy-pedagógiai körülményeket teremtsünk. Vizsgálatunk a téma lezárását követő felméréssel befejeződött. További kísérletek szükségesek annak felderítésére, hogy a helyesen kialakított és megfelelő szinten rögződött ismeretek *hosszú távon* eléggé *elmélyültek* tekinthetők-e, összeállnak-e egységes *ismeretrendszerre*, s milyen mértékben képesek azok *alkalmazására* a tanulók.

Ez utóbbi problémakör vázolásával azt is jelezni szeretnénk, hogy vizsgálatunk korántsem lezártak. Feltételezzük, hogy másutt, más körülmények között a miénktől eltérő tapasztalatok alakultak ki.

Ezúton is megköszönjük dr. Antal Lajosné vezetőtanárnak a mindennapi munka során nyújtott értékes segítségét.

- [1] *Boksay Zoltán*: Gondolatok a kémiatanítás jelenéről és jövőjéről. A kémia tanítása, 1972. 4. 97. o.
Tóth Géza: Néhány gondolat a kémia tantárgy korszerűsítéséről. A kémia tanítása, 1972. 6. 161. o.
Balázs Lóránt: Kémiaoktatásunk helyzete és fejlesztésének néhány kérdése. A kémia tanítása, 1973. 2. 33. o.
- [2] *Z. Orbán Erzsébet*: Az új gimnáziumi tanterv bevezetése előtt. I—II. A kémia tanítása, 1975. 5. 151. o.; 1976. 1. 5. o.
 Kémiatanterv a gimnáziumok számára. OM—OPI, Tankönyvkiadó, Budapest, 1976.
- [3] *Z. Orbán Erzsébet*: Atomok, ionok, molekulák. Atomszerkezeti ismeretek. Tankönyvkiadó, Budapest, 1976.
 Tanári kézikönyv a gimnáziumi I. osztályos kémia tanításához. Tankönyvkiadó, Budapest, 1976.
- [4] *Kelemen László*: A pedagógiai pszichológia alapkérdései. Tankönyvkiadó, Budapest, 1967. 194. és 243. o.
- [5] *Nagy Sándor*: Az általános iskolából a gimnáziumba való átmenet problémáinak vizsgálata. Neveléstudomány és folyamatos korszerűsítés. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1973. 148. o.

BALÁZS LÓRÁNT és CSÁKÁNY ANTAL
 OPI KFKI

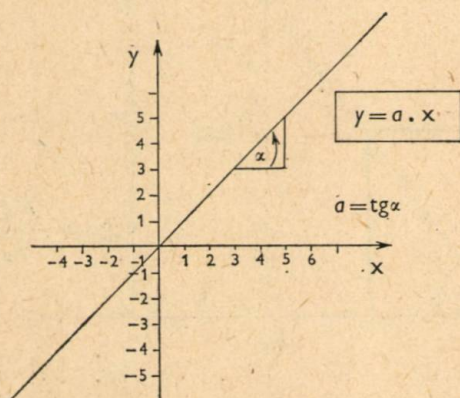
Zsebszámológépek a kémiatanításban

A kémiatanítás az értelmi, a gondolkodásra való neveléshez sokrétűen járul hozzá. A természettudományos szemlélethez tartoznak a matematikai formákban megfogalmazható összefüggések, törvények akár kísérleti, akár elméleti oldalról jutunk el ezekhez. A különböző számpéldák a legtöbbször nem csupán a formulák egyszerű alkalmazásaként, hanem a tantárgy szellemének megfelelő logikai készség fejlesztési igényével kerülnek a tananyagba. A példák kapcsán az alapvető célkitűzés tehát nem a matematikai műveletek gyakoroltatása és ellenőrzése, hanem a kémiai — s ezzel egyfajta természettudományos — gondolkodás kialakítása és fejlesztése. A számítások mechanikus műveleteit tehát alárendeljük a természettudományos gondolkodásnak.

Az ún. zsebszámológépek világszerte, így hazánkban is tért hódítottak, s ami gyakorlatilag a legfontosabb, hazai termékek most már elfogadható áron is napvilágot láttak. Már ma sem ritka, hogy a tanulók saját zsebszámológéppel rendelkeznek, vagy legalább is egyszerű műveleteket el tudnak végezni e készülékekkel. Ez, természetesen, kihat kémiatanításunkra is, ezért már időben célszerű felkészülnünk a modern technika által biztosított lehetőségekre, ki kell dolgoznunk alkalmazásának módszereit is, hiszen nincs kizárva, hogy a zsebszámológépek a közeljövő taneszközévé lesznek. Addig is jelentős segítséget nyújthatnak a gyakorló pedagógus számára, ha ismeretei kiegészítésére, saját munkája megkönnyítésére gyakorlatot szerez a zsebszámológépek használatában. Könnyen előfordulhat, hogy a tanítványok a zsebszámológép felhasználásával kapcsolatos tanácsért fordulnak a pedagógushoz (pl. a példamegoldások során), és furcsa helyzetet teremtene, ha legalább alapvető kérdéseik válasz nélkül maradnának.

A kémiatanítás során gyakran hangoztatjuk, hogy elsősorban a kémiai gondolkodásmódra vagyunk kíváncsiak, amihez csak másodsorban kapcsolódik a helyes és pontos számolás követelménye. Az utóbbi sem érdektelen! A ké-

miai gondolkodásmód elsajátítása a különböző számításoknál, azonban igényli azt, hogy minél több feladatot oldjanak meg, legalább elvileg. Ennek ellenőrzését, a pontos számértékekkel való számítást nagymértékben megkönnyíti az, ha zsebszámológépek segítségét veszik igénybe. Ezzel párhuzamosan megtanulnak nagyságrendet megállapítani, mintegy a számítás ellenőrzéseként: várhatóan helyes vagy helytelen az eredmény. Gyors lehetőség nyílik a téves számítások helyesbítésére, hiszen kétszer-háromszor egymásután is elvégezhető a számítás. A legtöbb kémiai feladat megoldásához elegendő a csupán alpműveleteket végző egyszerű zsebszámológép is [1].

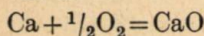


1. ábra

A kémiában gyakoriak az aránypárokon alapuló sztöchiometriai számítások, amelyek mindegyike az

$$y = a \cdot x$$

összefüggést használja fel. Más szóval: matematikailag az origón áthaladó egyenes egyenletéről beszélünk, ahol „a” az egyenes iránytangense (1. ábra). Így pl. a



egyenlet szerint lejátszódó reakciónál arra keresünk választ, hogy „x” tömegű (gramm, kilogramm stb.) kalcium fölös mennyiségű oxigéngázban való elégetésekor mennyi („y” tömegű) kalcium-oxid keletkezik? Az atom- és molekula-tömegek ismeretében

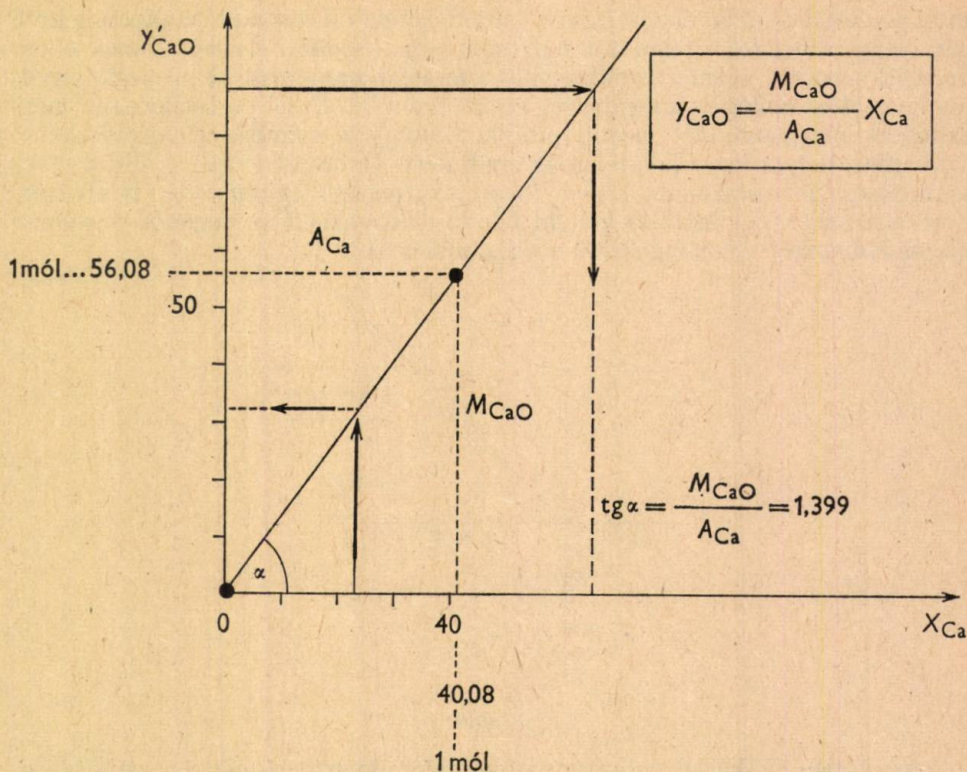
$$y_{\text{CaO}} = \frac{M_{\text{CaO}}}{A_{\text{Ca}}} \cdot x_{\text{Ca}} = \frac{56,08}{40,08} \cdot x_{\text{Ca}}$$

összefüggéshez jutunk, ahol

$$a = \frac{56,08}{40,08} = 1,399$$

értéke állandó, és az egyenes hajlásszögét megszabja. A kémia szempontjából különösen fontos az, hogy az összefüggés kifejezi: adott mennyiségű kalcium felhasználásakor nem tetszőleges, hanem szigorúan megszabott mennyiségű kalcium-oxid keletkezik (állandó súlyviszonyok törvénye).

A grafikus ábrázoláshoz két adattal rendelkezünk: az egyenes egyik pontja az origó, a másik az M_{CaO} és A_{Ca} értékpár által meghatározott pont; amelyeket egyenessel összekötve tetszőleges „x”–„y” értékpár közötti összefüggéshez



2. ábra

jutunk (2. ábra). Zsebszámológéppel — a fenti összefüggés alapján — „a” értékével bármely kiválasztott fémkalcium mennyiséget szorozva jutunk el a megfelelő kalcium-oxid mennyiségekhez. Ha nem csak egyetlen adatpárra vagyunk kíváncsiak, vagyis arra, hogy egy adott kalciummennyiséghez a kalcium-oxid milyen mennyisége tartozik; akkor „a” értékét célszerű állandó szorzóként tárolni a zsebszámoló „memóriájában”. A legtöbb alpműveletes egyszerű készülék látszólag nem rendelkezik egy adott számérték tárolására alkalmas egységgel, az állandóval való folyamatos szorzás mégis lehetséges. Ez könnyen belátható, ha arra gondolunk, hogy az alpműveleteknél is mindig két számmal végezzük el a matematikai műveletet. Eközben mindig a legutoljára „beütött” számot látjuk a kijelzőn; a másikat a zsebszámológép egy egysége tárolja.

Ha a zsebszámológép önálló „=” nyomógommbal is rendelkezik (s ez a gyakori), akkor az ún. „algebrai” műveleteken alapuló típusról van szó. Ilyen esetben a műveleteket jelző nyomógombok lenyomásakor a kijelzőn a számérték nem változik meg. Így pl. ha kettőt szorzunk hárommal, akkor először a „2”-t írjuk be, ami a kijelzőn meg is jelenik. Ezután ütjük be a szorzást jelölő nyomógombot: látszólag nem történik semmi, mert a kijelzőn változatlanul a kettős számot látjuk. Ha most ütjük be a szorzandót, akkor a kijelzőn megjelenik a „3” számjegy (a műveleti nyomógomb nélkül 23 jelenne meg!). Az „=” jel lenyomásával a kijelzőn „6” jelenik meg, jelezve, hogy a számológép tárolta a szorzáshoz a „2” számértéket, amit a műveletbeütés váltott ki. Azt, hogy a „2” tárolódik a művelet során az is mutatja, ha a „3”

számértéke helyett az „=” jelet adjuk be, akkor „4” jelenik meg a kijelzőn: azaz a $2 \cdot 2 = 4$ ismételt „=” gomb lenyomásával pedig az eredeti „2” hatványai $2 \cdot 2 \cdot 2 \dots$ stb. Mindez azért érdekes a számításaink szempontjából, mert előállítva „a” értékét, a szorzási művelet után az „=” jel lenyomásával tárolhatjuk állandó szorzásra „a”-t. Az előbbi példát folytatva:

	A zsebszámoló nyomógombjainak jele	A kijelzőn látható érték	Tárolt érték
1.	5	5	
2.	6	56	
3.	· (tizedespont)	56	
4.	0	56,0	
5.	8	56,08	
6.	÷ (osztás)	56,08	56,08
7.	4	4	56,08
8.	0	40	56,08
9.	· (tizedespont)	40	56,08
10.	0	40,0	56,08
11.	8	40,08	56,08
12.	„=”	1,399...	40,08
13.	× (szorzás)	1,399...	1,399...
14.	„=”	1,957...	1,399...
15.	adott szám	adott szám	1,399...
16.	„=”	(adott szám) · 1,399	1,399...
17.	másik szám	(másik szám)	1,399...
18.	„=”	(másik szám) · 1,399	1,399...
stb.			

Az 1—5 eredménye M_{CaO} , amelynek számértékét az osztási művelettel tároljuk. A 7—11 eredménye A_{Ca} , amelynek számértéke megjelenik a kijelzőn („lecserélve a korábbi számértéket). A 12. lépés az osztás eredményét: „a” értékét szolgáltatja, amit folyamatosan kívánunk szorozóként felhasználni. Ezt érjük el, ha a szorzás- és egyenlőségjelet lenyomjuk egymás után: természetesen a kijelzőn önmagával való szorzás eredménye (négyzete!) jelenik meg. A 15—16. lépésben már tetszőleges számot üthetünk be, amelyet a tárolt számmal szorzunk össze (ezt ismétli a 17—18. lépés valamilyen más számmal). Innen már folyamatosan végezhető az állandóval való szorzás tetszőlegesen ismételve.

Ugyanígy járunk el olyankor is, amikor átszámításokat végzünk. A következő években nem kevészer lesz szükségünk arra, hogy SI-mértékegységekre számoljunk át más egységekben található adatokat! Így pl. a kalóriát 4,1868-cal szorozva kapjuk a joule értékét. Táblázatok, vagyis sok adat átszámításakor az állandóval való folyamatos szorzás egyszerű „trükkje” rendkívül jó szolgálatot tesz:

	A zsebszámoló nyomógombjának jele	A kijelzőn látható számérték	Tárolt számérték
1—6.	Számjegyek és a tizedespont beütése (4,1868)	4,1868	
7.	× (szorzás)	4,1868	4,1868
8.	„=”	17,529...	4,1868
9.	szorzandó, pl. „8”	8	4,1868
10.	„=”	33,4944	4,1868

A 8. lépésnél $(4,1868)^2 = 17,529294$ jelenik meg a kijelzőn. A 9. és 10. lépés ismétlésével újabb és újabb számokat szorozhatjuk össze folyamatosan a tárolt 4,1868-cal.

Az egyszerű, alapl műveletes zsebszámológépekkel természetesen számos más lehetőség is van arra, hogy az alapl műveleteken túl — közelítő — számításokat végezzünk (pl. gyökvonás, logaritmus értékek meghatározása, szorzatok összeadása stb.). Az állandóval való folyamatos szorzás példáját itt csupán a „programozható” zsebszámológépek bevezetőjéül szántuk. A hazai „PTK-1023 Scientist PR” típusú „programozható” zsebszámológépet választottuk ki a továbbiakban, mivel a készülék könnyen hozzáférhető. A kalkulátor előzetesen „programozható” műveletsorozatok elvégzésére, ismétlésére stb. Nem célunk, hogy a cikk keretében a programozás különféle lehetőségeit, módjait ismertessük; csupán segítséget kívánunk adni a kémiatanárok számára. A programozás elsősorban akkor előnyös, ha pl. táblázati adatsorhoz kívánunk jutni, vagy a grafikus ábrázoláshoz több lépésből álló számításokkal határozzuk meg az értékpárokat stb.

A Híradástechnika Szövetkezet zsebszámológépe 100 lépésig „programozható”. A kalkulátor elektromos kapcsolásának, működési alapelveinek ismertetése helyett, néhány olyan tulajdonságát emeljük ki, ami elősegíti a programkészítést. Az előbbieken láttuk, hogy a zsebszámológépben a kijelzőn látható szám mellett kicserélhető módon másik szám is tárolódik. A „programozható” zsebszámológép még további két tárolóval rendelkezik (regiszter), amelyekben tovább „tolódnak” a számok, ha újabbat viszünk be. Így legfeljebb négy számot vihetünk be, s tárolhatunk egymás mellett az X, Y, Z és T regiszterben (X regiszterben tárolt számot látjuk a kijelzőn). A következő „ötödik” szám beütésekor a legelsőnek bevitt szám „elvész”. A regiszterekben tárolt négy szám körbe forgatható („ROLL”-nyomógomb ismételt lenyomásával), amit a kijelzőn követhetünk. Így pl. 1, 2, 3, 4 számok „bevitele”-kor (amit az EN nyomógomb tesz lehetővé):

	A zsebszámológép nyomógombjának jele	Regiszter			
		A kijelzőn			
		látható	nem látható		
		X	Y	Z	T
1.	1	1			
2.	„EN”	1	1		
3.	2	2	1		
4.	„EN”	2	2	1	
5.	3	3	2	1	
6.	„EN”	3	3	2	1
7.	4	4	3	2	1
8.	ROLL	3	2	1	4
9.	ROLL	2	1	4	3
10.	ROLL	1	4	3	2
11.	ROLL	4	3	2	1

Minthogy „=” nincsen, itt nem a művelettel (szorzás, osztás stb.) „toljuk” tovább a bevitt számokat, hanem az „EN” nyomógomb segítségével. A műveleti nyomógomb hatására ugyanis az X és Y regiszterben következik be a kívánt művelet, miután mind a két számot beütöttük. Így pl. $6 : 2 = 3$ esetében:

	Nyomógomb jele	X A kijelzőn látható	Y	Z	T
1.	6	6			
2.	„EN”	6	6		
3.	2	2	6		
4.	÷	3	—	—	—

Az előbbieket után már érthetőek lesznek a leírt programok, bár a zsebszámológép és leírása alapvetően szükséges feltétel a munkához. Az alpműveleteken túl a kis komputer további műveleteket is tud (lg, szögfüggvények, hatványozás, gyökvonás stb.); s rendelkezik külön memóriával is (MS nyomógomb), amelyből akkor hívhatjuk elő az X regiszterbe a tárolt számot, amikor szükség van rá (MR nyomógomb). A programozáshoz külön billentyűk tartoznak, a „START” indítja meg azt a folyamatot, hogy a készülék „megjegyezze” mindazt, amit ezután beütünk. Ha ezután a „LOAD” állásból „RUN” állásba váltunk, akkor automatikusan elvégzi azokat a műveleteket, amelyeket a „START” után beprogramoztunk.

1. Programkészítés a reakciók egyensúlyi állandójának és szabadentalpia-változásának számításához

(„PTK-1023 Scientist PR” típusú zsebszámológéphez)

Összefüggés: az $A + B = C + D$ típusú reakciónál a kiindulási anyagok koncentrációja, $[A] = [B] = 1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ és végtermékeké $[C] = [D] = x \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$. Így az egyensúlyi állandó:

$$K = \frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]} = \frac{x^2}{(1-x)^2}$$

és

$$pK = -\lg K$$

illetve

$$\Delta G^\circ = 5,71 \cdot pK$$

A programot három lépésre terveztük: az elsőnél az egyensúlyi állandót (K), a másodiknál a pK -értéket, a harmadiknál pedig a reakció ΔG° -ját kapjuk, ha a programot a százalékos átalakulással indítjuk. Ha az első lépés adatára nem vagyunk kíváncsiak, akkor — a programba iktatott — „HALT” utasítást kihagyjuk.

Az 50%-os átalakulással $K = 1$, így $\lg K = 0$. Ilyenkor csupán az első lépésig követhetjük a programot, mert $\lg x \leq 0$ az értelmezési tartomány. (Ha mégis folytatjuk, akkor hibajelzést észlelünk.) A százalékos átalakulás $= 100 \cdot x$.

A programkészítéshez (és ellenőrzéséhez) válasszuk ki a 90%-os átalakulást, amelynél $(100 \cdot x) = 90$, amely adatot nem tesszük a program részévé (így a programozás után tetszőleges adattal számolhatunk).

Kétségtől az egyenlet szerint közvetlenül is programozhatunk, azonban a programozásnál alapelv, hogy minél kevesebb lépésben érjük el a kívánt végeredményt (beütési hibák lehetősége kisebb). Így célszerű a következő átalakítást elvégezni:

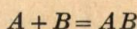
$$\frac{x^2}{(1-x)^2} = \left(\frac{x}{1-x} \right)^2 = \left(\frac{1}{\frac{1}{x} - 1} \right)^2 \quad (1.1)$$

Természetesen a megfordított irányra is készíthetünk programot, ha pl. az egyensúlyi állandót ismerjük, és a százalékos átalakulásra vagyunk kíváncsiak:

$$100 \cdot x = 100 \frac{\sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}} = \frac{100}{1 + \frac{1}{\sqrt{K}}} \quad (1.2)$$

összefüggés alapján. További lehetőség az, hogy a reakció moláris standard szabadentalpia-változásából indulunk ki.

Ne feledjük: csak a megadott reakcióegyenlet és feltételek mellett érvényes a programunk! Más sztöchiometriai viszonyokra más matematikai összefüggés érvényes. Így pl. az



típusú reakciónál

$$K = \frac{[AB]}{[A] \cdot [B]} = \frac{x}{(1-x)^2} \quad (1.3)$$

szerint kell számolni.

1.1 PROGRAM

		A zsebszámoló gombjaival bevitt értékek és műveletek	Regiszter				A kijelzőn látható számérték jelentése
			Kijelzőn				
			látható	nem látható			
				X	Y	Z	
„LOAD” állásban:							
90		90	0	0	0	Próbaváltozó: 100 · x	
1.	„START”	90	0	0	0	(programindítás)	
2.	EN	90	90	0	0		
3.	100	100	90	0	0		
4.	÷ (osztás)	0,9	0	0	0	x	
5.	1/x	1,111...	0	0	0	1/x	
6.	1	1	1,111...	0	0		
7.	— (kivonás)	0,111...	0	0	0	(1/x – 1)	
8.	1/x	9,00...	0	0	0	$\frac{1}{1/x - 1}$	
9.	EN	9,00...	9,00...	0	0		
10.	× (szorzás)	81,00...	0	0	0	$\left(\frac{1}{1/x - 1}\right)^2 = K$	
11.	„HALT”	81,00...	0	0	0	$\boxed{K}$	
12.	log	1,9084...	0	0	0	lg K	
13.	CHS	– 1,9084...	0	0	0	– lg K = pK	

14.	„HALT”	-1,9084...	0	0	0	$\boxed{pK}$
15.	EN	-1,9084...	-1,9084...	0	0	
16.	5,71	5,71	-1,9084...	0	0	
17.	$\times$ (szorzás)	-10,897...	0	0	0	$5,71 \cdot pK = \boxed{\Delta G^\circ}$

Az 1.1 program lefuttatása tetszőleges átalakulásra: A „LOAD” kapcsolóállást át-váltjuk „RUN” állásra, miután „C” nyomógombbal minden számot töröltünk.

„RUN” állásban:	A kijelzőn megjelenő számérték jelentése:
1. adat	adat számértéke ($100 \cdot x$)
2. „START”	K
3. „START”	pK
4. „START”	ΔG°

1.2 PROGRAM

A zsebszámoló gombjaival bevitt értékek és műveletek		Regiszter				A kijelzőn látható érték jelentése
		Kijelzőn				
		látható	nem látható			
			X	Y	Z	
„LOAD” állásban:		1 EE 2 CHS	1 1 1 és 02 1 és - 02	0 0 0 0	0 0 0 0	1 · 10 ² 1 · 10 ⁻² =K próbaváltozó
1.	„START”	1 és - 02	0	0	0	(programindítás)
2.	$\sqrt{}$	0,1	0	0	0	$\sqrt{K}$
3.	1/x	10	0	0	0	$1/\sqrt{K}$
4.	1	1	10	0	0	
5.	+ (összeadás)	11	0	0	0	$(1+1/\sqrt{K})$
6.	1/x	9,09... és - 02	0	0	0	$\frac{1}{1+1/\sqrt{K}}$
7.	100	100	9,09... és - 02	0	0	
8.	× (szorzás)	9,09	0	0	0	$\frac{100}{1+1/\sqrt{K}}=100 \cdot x$

Az 1.2 program lefuttatása tetszőleges egyensúlyi állandó esetében:

„RUN” állásban:	A kijelzőn megjelenő számérték jelentése:
1. adat	az adat számértéke (K)
2. „START”	a százalékos átalakulás ($100 \cdot x$)

Megjegyzés: A „RUN” állásban a program lefuttatása előtt (a „START” lenyomása előtt) tetszőleges számításokat végezhetünk. A számítások végeredményével számol a programban a zsebszámológép. Így pl. a pK-értékből kiindulva „CHS” előjelváltás után a „10^x” nyomógomb lenyomásával visszakeressük a logaritmust ($= K$). Az 1.2 programot könnyűszerrel ellenőrizhetjük a $K=1$ esetében, amikor az átalakulás mértékére 50 (vagyis 50%) értéket kapunk.

A kiindulási anyagok koncentrációját választhatjuk $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ -tól eltérőnek is (de az $[A]=[B]=c$ feltétel mellett). Az 1.1 programot ilyenkor a 4. lépés után „HALT” vezénnyelssel megállítjuk, és beütjük a kívánt c , $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ koncentráció értéket, majd „START” nyomógombbal a program továbbfutását indítjuk meg. Az „ $x \leftrightarrow y$ ”, majd az 5. lépés helyett $\div$ (osztás) utasítást kell adnunk, hogy a c/x viszonyszámhoz jussunk el. A további programlépések változatlanok. Kémiaiailag különösen fontos az, hogy az egyensúlyi koncentrációkat a legkülönbözőbb kiindulási koncentrációk mellett számíthatjuk.

2. Programkészítés a reakciók egyensúlyi állandója hőmérséklettől való függésének számításaihoz

(„PTK-1023 Scientist PR” típusú zsebszámológéphez)

Összefüggés: a van't Hoff egyenlet szerint T_1K hőmérsékleten ismert K_1 egyensúlyi állandóból kiszámíthatjuk T_2K hőmérsékletre a K_2 egyensúlyi állandót. Feltétel — és az elég tág hőmérsékleti intervallumra érvényes a legtöbb reakciónál —, hogy a reakcióhő (ΔH) állandó maradjon:

$$\lg K_2 = \lg K_1 + \frac{\Delta H \cdot 10^3}{19,15} \cdot \frac{T_2 - T_1}{T_2 \cdot T_1}$$

Standard körülményekre a táblázatokban található képződési entalpia és szabadentalpia-adatokból könnyű kiszámítani a reakcióhőt és az egyensúlyi állandót, így a program $T_1=298K$ hőmérsékleten:

$$\lg K_2 = \lg K^{298} + \frac{\Delta H^\circ \cdot 10^3}{19,15} \cdot \frac{T_2 - 298}{T_2 \cdot 298}$$

További átalakítás rövidíti a programlépések számát:

$$\lg K_2 = \lg K^{298} + \Delta H^\circ \frac{1000}{19,15 \cdot 298} \left(1 - \frac{298}{T_2} \right)$$

A programot úgy állítottuk össze, hogy állandó K^{298} és ΔH° mellett tetszőleges számú hőmérséklet-értékekre folyamatosan szolgáltatson adatokat; de — szükség esetén — változtathassuk K^{298} és/vagy ΔH° értékét is. Az első esetben egy adott reakció egyensúlyi állandójának hőmérsékleti függését vizsgáljuk, a másodiknál pedig különböző reakciókat hasonlíthatunk össze tetszőleges hőmérsékleten.

2.1 PROGRAM

	A zsebszámoló gombjaival bevitt értékek és műveletek	Regiszter				A kijelzőn látható érték jelentése
		Kijelzőn				
		látható	nem látható			
			X	Y	Z	
„LOAD” állásban:						
	ΔH° (pl.=50 kJ)	50	0	0	0	ΔH°, adat
	50 „EN”	50	50	0 0	0 0	
	K²⁹⁸ (pl.=10⁻³)					
	1 „EE”	1	50	0	0	
	3 „CHS”	1 1 és 03 1 és - 03	50 50 50	0 0 0	0 0 0	K ₁ , adat
1.	„START”	1 és - 03	50	0	0	
2.	log	- 2,999...	50	0	0	lg K ₁
3.	MS	→				(külön „memóriába”: lg K ²⁹⁸)
4.	C	50	0	0	0	
5.	EN	50	50	0	0	
6.	„SKIP”	50	50	0	0	(második program kezdetének „megjelölése”)
7.	„HALT”	50	50	0	0	
8.	t₂ (pl.=100 °C) 100	100	50	0	0	t ₂ °C, adat

	A zsebszámoló gombjaival bevitt értékek és műveletek	Regiszter				A kijelzőn látható érték jelentése
		Kijelzőn				
		látható	nem látható			
			X	Y	Z	
9.	EN	100	100	50	0	
10.	273	273	100	50	0	
11.	+	373	50	0	0	T ₂ K
12.	298	298	373	50	0	T ₁
13.	x ↔ y	373	298	50	0	
14.	÷ (osztás)	0,798...	50	0	0	$\frac{298}{T_2}$
15.	1	1	0,798...	50	0	
16.	x ↔ y	0,798...	1	50	0	
17.	– (kivonás)	0,201...	50	0	0	$\left(1 - \frac{298}{T_2}\right)$
18.	1000	1000	0,201...	50	0	
19.	× (szorzás)	201,...	50	0	0	
20.	19,15	19,15	201,...	50	0	

21.	EN	19,15	19,15	201,...	50	
22.	298	298	19,15	201,...	50	
23.	✕ (szorzás)	5706,7	201,...	50	0	
24.	÷ (osztás)	3,5... és -02	50	0	0	$\frac{1000}{19,15 \cdot 298} \left(1 - \frac{298}{T_2}\right)$
25.	x ↔ y	50	3,5... és -02	0	0	ΔH°
26.	EN	50	50	3,5 és -02	0	
27.	EN	50	50	50	3,5... és -02	
28.	ROLL	50	50	3,5 és -02	50	
29.	ROLL	50	3,5 és -02...	50	50	
30.	✕ (szorzás)	1,76...	50	50	0	$\Delta H^\circ \frac{1000}{19,15 \cdot 298} \left(1 - \frac{298}{T_2}\right)$
31.	MR	-2,999...	1,76...	50	50	(visszahívás a külön memóriából: K ₁)
32.	+	-1,2...	50	50	0	lg K ₂
33.	10 ^x	5,7... és -02	50	50		K ₂

„RUN” állásban:		A kijelzőn megjelenő számérték jelentése:
1. program	1. ΔH° , adat kJ-ban	ΔH°
	2. EN	ΔH°
	3. K_1 , adat	K_1
	4. „START”	ΔH°
2. program	5. t_2 adat, °C-ban	t_2
	6. „SKIP”	t_2
	7. „START”	K_2 egyensúlyi állandó t_2 hőmérsékleteken

Ha változtatlan ΔH° és K_1 értékek mellett újból és újból „futtatni” kívánjuk a programot, csupán különböző hőmérséklet-értékeket beütve, akkor csupán a második programot kapcsoljuk:

„RUN” állásban		
2. program	1. C	ΔH°
	2. t_3 °C	t_3
	3. „SKIP”	t_3
	4. „START”	K_3 egyensúlyi állandó t_3 °C hőmérsékleten

Vigyázat: Ne feledjük a „C” nyomógommbal törölni a korábban számított K_2 értéket, de ne töröljük le a visszamaradó ΔH° értékét! K_1 -et a külön memória-egység tárolja.

Az első programmal biztosítottuk a ΔH° és K_1 értékének „tárolását” a második programhoz, így a fentiek alapján a második programot tetszőlegesen ismételhetjük, csupán a hőmérséklet értékének változtatásával. Ha új adatokkal kívánunk dolgozni, vagyis ΔH° és K_1 értékét cserélni kívánjuk, akkor egyszerűen az első programfuttatást indítjuk el.

A 2.1 program különösen alkalmas arra, hogy a *Le Chatelier-féle* elvet számításokkal igazoljuk. Ehhez exoterm és endoterm kémiai reakciót szükséges vizsgálnunk, és az egyensúlyi állandó hőmérséklettel való változásából következtethetünk arra, hogy pl. a hőmérséklet emelése vagy csökkentése segíti elő a reakció minél tökéletesebb lejátsszódását.

Példa:

25 °C hőmérsékleten adott reakció egyensúlyi állandója, $K = 1 \cdot 10^{-3}$ és a reakcióhő, $\Delta H^\circ = +50$ kJ. Számítsuk ki, hogy az endoterm reakció – 50, 0, 50, 100, 200, 400, 600, 800 stb. hőmérsékleteken milyen K_2 egyensúlyi állandókkal rendelkezik. Következtessünk az endoterm folyamatok lejátsszódásának mértékére, ha a hőmérsékletet emeljük! Ábrázoljuk a számításokkal nyert adatokat a „lg $K - 1/T$ ” összefüggés szerinti koordináta-rendszerben! Használtsuk össze ezt az ábrázolási módot a „ $K - t$ ” adatpárokkal rajzolható görbével! (A „linearizálásra való törekvés” miért fontos?!) Az előbbihez hasonlóan járhatunk el $K = 1 \cdot 10^{-3}$ és $\Delta H^\circ = -50$ kJ esetében is, amikor az exoterm reakciók egyensúlyának változásait foglalkozhatjuk össze.

A *Le Chatelier-féle* elv a kísérleti és a számítási eredmények alapján már sokkal inkább belátható, mintha az elvet előre bocsátanánk!

A kiindulási adatok és a számítások során nyert adatok táblázatba gyűjtése, ebből a megfelelő értékpárokkal felvett grafikonok a tudományos munkánál is használt elvet mutatja be. A táblázatok és grafikonok jelentése is világosabb, felhasználásukra, értelmezésükre is pontosabb képet ad.

3. Programkészítés egyértékű savak pH-értékének és H_3O^+ ionkoncentrációjának számításához

(„PTK-1023 Scientist PR” típusú zsebszámológéphez)

Összefüggés: Számos folyamatot (pl. oldószer autoprotolízise, disszociáció stb.) fejez ki az

$$AB = A + B$$

típusú reakció, amelynek egyensúlyi állandója, K :

$$K = \frac{[A] \cdot [B]}{[AB]}$$

Az oldószer és az oldott anyag kölcsönhatását kifejező Brönsted-féle sav-bázis elmélet savállandóját is — a $K_{sav} = K'[H_2O]$ megállapodás miatt — egyszerűsítve ugyancsak a fenti egyensúly jellemzi, így az egyértékű savaknál, ha $[AB] = 1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ a kiindulási gyenge savkoncentrációt, a végtermékeknel pedig az $[A] = [B] = x \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ koncentrációt jelöli:

$$K_{sav} = \frac{x^2}{1-x},$$

ahonnan az $x^2 + K_{sav} \cdot x - K_{sav} = 0$ másodfokú egyenlet megoldásaként:

$$x = \frac{-K_{sav} \pm \sqrt{K_{sav}^2 + 4K_{sav}}}{2}, \quad (3.1)$$

ahol ugyanis „A”, vagy „B” bármelyike jelölheti a $H^+(aq)$ iont; tehát $[H^+, aq] = x$ és

$$pH = -\lg x.$$

A legtöbbször azonban különböző koncentrációjú savoldatok pH-értékére vagyunk kíváncsiak, amelyeknél $[AB] = c \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, amit a disszociáció $(c-x) \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ értékre csökkent le, így

$$K_{sav} = \frac{x^2}{(c-x)},$$

ahonnan

$$x = \frac{-K_{sav} \pm \sqrt{K_{sav}^2 + 4K_{sav} \cdot c}}{2} \quad (3.2)$$

3.1 PROGRAM

A zsebszámoló gombjaival bevitt értékek és adatok		Regiszter				A kijelzőn látható érték jelentése
		Kijelzőn				
		látható	nem látható			
			X	Y	Z	
„LOAD” állásban: K _{sav}		K	0	0	0	próbaváltozó
1.	„START”	K	0	0	0	
2.	EN ₁	K	K	0	0	
3.	EN	K	K	K	0	
4.	EN ₁	K	K	K	K	
5.	4	4	K	K	K	

6.	+	$(K+4)$	K	K	0	
7.	$\times$ (szorzás)	$(K+4)K$	K	0	0	(K^2+4K)
8.	$\sqrt{\quad}$	$\sqrt{K^2+4K}$	K	0	0	
9.	+	$K+K^2+4K$	0	0	0	
10.	2		$K+K^2+4K$	0	0	
11.	$\div$ (osztás)	x	0	0	0	$[H^+, aq]$
12.	„HALT”	x	0	0	0	$[H^+, aq]$
13.	log	lg x	0	0	0	
14.	CHS	- lg x	0	0	0	pH

A 3.1 program lefuttatása tetszőleges K_{sav} érték mellett:

„RUN” állásban:

1. adat
2. „START”
3. „START”

A kijelzőn megjelenő
számérték jelentése:

az adat számértéke (K_{sav})
 $[H^+, aq]$ mol $\cdot$ dm $^{-3}$
 pH

Megjegyzés: különböző savak 1 mol $\cdot$ dm $^{-3}$ kiindulási koncentrációja mellett össze-hasonlíthatók a (H^+ , aq) koncentrációk, illetve a pH-értékek. Vizes oldatokban így következtetni lehet arra, hogy melyik sav milyen mértékben változtatja meg a víz autoprotolíziséből származó ionkoncentrációt, melyik viselkedik erősebb, melyik gyengébb savként.

3.2 PROGRAM

A zsebszámoló gombjaival bevitt értékek, műveletek		Regiszter				A kijelzőn látható számérték jelentése
		A kijelzőn				
		látható	nem látható			
			X	Y	Z	
„LOAD” állásban: K _{sav} , adat		K	0	0	0	egyensúlyi állandó külön memóriába: K _{sav} c, mol·dm ⁻³
MS						
C „c”, adat		0 c	0 0	0 0	0 0	
1.	„START”	c	0	0	0	„visszahívás” (K _{sav})
2.	MR	K	c	0	0	
3.	× (szorzás)	K·c	0	0	0	
4.	4	4	K·c	0	0	
5.	× (szorzás)	4K·c	0	0	0	
6.	MR	K	4Kc	0	0	
7.	EN	K	K	4Kc	0	
8.	× (szorzás)	K ²	4Kc	0	0	
9.	+	K ² +4Kc	0	0	0	
10.	√	√K ² +4Kc	0	0	0	
11.	MR	K	√K ² +4Kc	0	0	
12.	+	K+√K ² +4Kc	0	0	0	
13.	2	2	K+√K ² +4Kc	0	0	
14.	÷ (osztás)	x	0	0	0	
15.	„HALT”	x	0	0	0	
16.	log	lg x	0	0	0	[H ⁺ , aq] mol·dm ⁻³
17.	CHS	-lg x	0	0	0	pH

A 3.2 program lefuttatása tetszőleges K_{sav} és „c” koncentráció mellett:

„RUN” állásban:

1. adatok (K_s és c)
2. „START”
3. „START”

A kijelzőn megjelenő
számérték jelentése:

Lásd a 3.2 programot!
[H^+ , aq] mol · dm⁻³
pH

Megjegyzés: Nagyon gyakori az a feladat, hogy egy adott K_{sav} egyensúlyi állandó mellett kell különböző koncentrációkhoz tartozó pH-értékeket sorozatban meghatározunk. Vagyis, hogyan változik az oldat pH-ja, ha a koncentráció változik? A 3.2 program erre is módot ad, ha az első sorozat lefuttatása után, a továbbiakban a koncentrációt „ütjük be”, hiszen a külön memóriában „tároltuk” K_s értékét! A programot éppen ezért készítettük így, bár más megoldással rövidebb programhoz jutottunk volna.

4. Programkészítés elektrolitok disszociációfokának számításához a disszociációállandó és a koncentráció ismeretében

(„PTK-1023 Scientist PR típusú zsebszámolóhoz)

Összefüggés: az Ostwald-féle egyenlet kapcsolatot teremt az α , disszociációfok, az egyensúlyi állandó és a c, mol · cm⁻³ koncentráció között:

$$K = \frac{\alpha^2 \cdot c}{1 - \alpha}$$

vagyis

$$\frac{K}{c} = \frac{x^2}{(1 - x)},$$

ami a 3. programtól csupán annyiban különbözik, hogy K_{sav} (illetve $K_{\text{sav}} \cdot c$) helyett K/c értéket kell a programba iktatni:

$$x = \frac{-K/c \pm \sqrt{[K/c]^2 + 4K/c}}{2} \quad (4.1)$$

4.1 PROGRAM

A zsebszámoló gombjaival bevitt értékek, műveletek		Regiszter				A kijelzőn látható számérték jelentése
		A kijelzőn				
		látható	nem látható			
		X	Y	Z	T	
„LOAD” állásban:						
K, adat	K	0	0	0		K, disszociációállandó
EN	K	K	0	0		
c, adat	c	K				c, mol · dm ⁻³
1.	„START”	c	K	0	0	
2.	÷ (osztás)	K/c	0	0	0	
3.	innen megegyezik a 3.1 program 2. lépésétől a 11. lépésig!					

A 4.1 program lefuttatása:

„RUN” állásban:

1. K és c adat
2. „START”

A kijelzőn megjelenő számérték jelentése:

Lásd 4.1 programot!
 α

Példa:

Az ecetsav $K = 1,84 \cdot 10^{-5}$ disszociációállandóval rendelkezik 25 °C hőmérsékleten. A táblázatban megadott koncentrációkhoz állapítsuk meg a disszociáció fokát, és ezekkel egészítsük ki táblázatunkat! Ábrázoljuk grafikusan „ α ” – „c” értékpárokat, és következtessünk arra, hogy a gyenge sav disszociációja hogyan változik a koncentrációval.

c, mol · dm ⁻³	α
0,1	
0,06	
0,04	
0,01	
0,005	
0,001	
0,0008	
0,0005	
0,0002	

5. Programkészítés galvánelemek elektromotoros erejének számításához a koncentráció függvényében

(„PTK-1023 Scientist PR” típusú zsebszámológéphez)

Összefüggés:

a) A Nernst-féle egyenlet szerint az elektródpotenciál:

$$E = E^{\circ} + \frac{0,059}{n} \lg c \quad (5.1)$$

Figyelem: a negatív ionoknál a „+” helyett „-” jelet kell írni az egyenletben!

b) E°_1 és E°_2 standard elektródpotenciállal rendelkező redoxirendszerekből összeállított galvánelem elektromotoros ereje:

$$E = \left\{ E^{\circ}_1 + \frac{0,059}{n_1} \lg c_1 \right\} - \left\{ E^{\circ}_2 + \frac{0,059}{n_2} \lg c_2 \right\} \quad (5.2)$$

ahol „1” indexű rendszert mindig a pozitívabb standard elektródpotenciálú jelenti, ha nem nagyon eltérő koncentrációkat választunk ki a két redoxirendszerhez.

c) Speciális esetben $c_1 = c_2 = 1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, amikor

$$E = E^{\circ}_1 - E^{\circ}_2 \quad (5.3)$$

A programot 25 °C hőmérsékletre állítottuk össze — más hőmérsékletre az $R \cdot T / F$ ($= 0,059$) átszámolásával és ezen adat „beütésével” módosíthatjuk.

5.2 PROGRAM

A zsebszámoló gombjaival bevitt értékek, műveletek		Regiszter				A kijelzőn látható számérték jelentése
		Kijelzőn				
		látható	nem látható			
			X	Y	Z	
„LOAD” állásban: „c ₁ ”, adat		c ₁	0	0	0	c ₁ , mol · dm ⁻³
1.	„START”	c ₁	0	0	0	Elektrodpotenciál Külön memóriába: E ₁ (Vége az 1. program- nak) c ₂ , mol · dm ⁻³ E ₁ visszahívása a memóriából (az 1. program 2. lé- pésétől megegye- zik a 9. lépésig)
2.	log	lg c ₁	0	0	0	
3.	EN	lg c ₁	lg c ₁	0	0	
4.	0,059	0,059	lg c ₁	0	0	
5.	× (szorzás)	0,059 · lg c ₁	0	0	0	
6.	n ₁	n ₁	0,059 · lg c ₁	0	0	
7.	÷ (osztás)	$\frac{0,059}{n_1} \lg c_1$	0	0	0	
8.	E ₁ ^o	E ₁ ^o	$\frac{0,059}{n_1} \lg c_1$	0	0	
9.	+	E ₁	0	0	0	
10.	MS					
11.	„SKIP”	E ₁	0	0	0	
12.	„c ₂ ”	c ₂	E ₁	0	0	
13.	MR	E ₁	c ₂	E ₁	0	
14.	x ↔ y	c ₂	E ₁	E ₁	0	
15.	log	lg c ₂	E ₁	0!	0	
16.	EN	lg c ₂	lg c ₂	E ₁	0	
17.	0,059	0,059	lg c ₂	E ₁	0	
18.	× (szorzás)	0,059 · lg c ₂	E ₁	0	0	
19.	n ₂	n ₂	0,059 · lg c ₂	E ₁	0	
20.	÷ (osztás)	$\frac{0,059}{n_2} \lg c_2$	E ₁	0	0	
21.	E ₂ ^o	E ₂ ^o	$\frac{0,059}{n_2} \lg c_2$	E ₁	0	
22.	+	E ₂	E ₁	0	0	Elektrodpotenciál
23.	„HALT”	E ₂	E ₁	0	0	A 2. redoxrendszer elektro- potenciálja
24.	- (kivonás)	E ₁ - E ₂	0	0	0	A galvánelem elektromotoros ereje

Megjegyzés: konkrét értékekkel való számításhoz (próbaváltozók) $c_1 = 0,1$; $E_1^o = 0,34$; $n_1 = 2$, valamint $c_2 = 0,1$; $E_2^o = -0,76$; $n_2 = 2$. Így a réz-cink galvánelem elektromotoros erejének koncentrációfüggését vizsgálhatjuk. Ha $c_1 = c_2 = 1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, akkor az 5.3 egyenletre kapunk megoldást.

Az 1. program (1—10 lépés) pedig az 5.1 egyenlet vizsgálatára felel meg.

„RUN” állásban:

1. c_1 , adat
2. „START”
3. c_2 , adat
4. „SKIP”
5. „START”

A kijelzőn megjelenő számérték jelentése:

c_1 , mol·dm⁻³
 E_1 , V első redoxirendszer elektródpotenciálja c_1 koncentrációnál
 c_2 , mol·dm⁻³
 E_2 , V a második redoxirendszer elektródpotenciálja
 $E_1 - E_2$, V a galvánelem elektromotoros ereje

BARTSCH IVÁN
 TANÉRT

Új kémiai falitáblák a középiskolák számára

Az új gimnáziumi tantervek alapján a következő falitáblák készültek el:

- Atom- és ionméretek,
- Standard potenciálok,
- Elektroneloszlási táblázat.

A táblák műanyagból készültek, többszínű nyomásosak. Háztartási mosószerrel tisztíthatók. A táblák anyaga irodai lyukasztóval kilyukasztható. A lyukakba fűzött zsinórral felfüggeszthetők (zsinórt a táblákhoz nem mellékelünk). A táblák a falra fel is szegezhetők.

Atom- és ionméretek

Három különálló táblázatból álló készlet. Ezek a következők: „Atomrádiuszok”, „Az atomok kovalens rádiusza”, „Ionrádiuszok”. Mindhárom táblázat periódusos rendszer formájában a rendszámot, a vegyjelet és a vonatkozó rádiuszt manométerekben megadva tartalmazza. A méretek nagyságát az illető rádiuszok méretével arányos sugarú körök ábrázolják. A táblák mérete 114 cm × 84 cm.

Standard potenciálok

A táblázat 32 elem standard potenciálját tartalmazza. Mérete 140 cm × 50 cm.

Az atomok elektroneloszlása

A táblázat rendszám szerint növekvő sorrendben a rendszámot, vegyjelet, s az atompályák (s, p, d, f-pályák) feltöltődését tartalmazza. Mérete 228 cm × 84 cm.

A táblák irányára a következő:

- Atom- és ionrádiuszok (3 db), 633,— Ft
- Standard potenciálok, 260,— Ft
- Az atomok elektroneloszlása 402,— Ft

A táblák megrendelhetők:
Országos Tanszergyártó és Értékesítő Vállalat Tanszerkereskedelmi Főosztálya
1428 Budapest, Pf. 2.

Megvásárolhatók a TANÉRT boltjaiban:
Budapesten: 1. sz. Mintabolt VIII. ker. Rákóczi út 5.
Debrecenben: 2. sz. Bolt, Hatvan utca 1.
Győrött: 7. sz. Bolt, Munkásör utca 77.
Pécsett: 5. sz. Bolt, Szalai András üzletsor.

kémiai fejtörő



Feladatok

1. Egy fém-szulfidból 0,366 grammot oxigén gázáramban pörkölünk. A gázterméket brómos vízbe vezetjük. A bróm feleslegét ezután kiforraljuk és az oldathoz BaCl_2 -ot adunk, ekkor csapadék keletkezik. A lecsapódott bárium-szulfát tömege mosás és szárítás után 0,8754 g.
Melyik fém szulfidjáról van szó?
A fém ismeretében írjuk fel a reakcióegyenleteket!
Milyen szerepe volt a brómnak a reakcióban?
2. 192 liter 20°C és 1 atm nyomású ammóniának nitrogén-monoxiddá és vízzé való elégetésekor mennyi hő szabadul fel, ha a következő képződési hők ismeretesek:
az NH_3 elemeiből való képződésekor 11,05 kcal/mól hő szabadul fel,
a NO elemeiből való képződésekor 21,57 kcal/mól hő nyelődik el;
a H_2O elemeiből való képződésekor 57,8 kcal/mól hő szabadul fel?
3. Az etilénnek egy klórszármazékát oxigénben elégetjük. Az égéstermékben szén-dioxid és vízgőz mellett elemi klór is van. Ha a vegyület 2 mólját 8-szoros térfogatú oxigénben égetjük el, az égéstermék térfogata a vízgőz kondenzálása után 20°C -on és 1 atm nyomáson 444 liter. Hány hidrogénatom van klórral helyettesítve a vegyületben?

A megoldásokat 1978. január 30-ig kérjük beküldeni az alábbi címre:

ORSZÁGOS PEDAGÓGIAI INTÉZET

Természettudományi Nevelési Osztály

1046 Budapest VII., Gorkij fasor 17—21.

Az 1977/2. számban közölt feladatok megoldásai

1. Az egyik sav: H_3A , Na-sója: Na_3A ,
a másik sav: H_2B , Na-sója: Na_2B .
A nátriumsók molekulatömegének különbsége:
 $3 \cdot 23 + A = 2 \cdot 23 + B + 22$
 $A + 1 = B$.

Behelyettesítve a savak molekulatömegébe:

$$M_{H_3A} = M_{H_2B}$$

$3 + A = 2 + A + 1$ az egyenlőség tehát fennáll.

Ilyen savak pl. H_3PO_4 és H_2SO_4

Na-sóik: Na_3PO_4 és Na_2SO_4

$$(164) \quad (142)$$

$$164 - 142 = 22.$$

2. 1 mól normálállapotú levegő 22,41 liter,

x mól normálállapotú levegő 1 liter,

$x = 1/22,41$ mól gáz van összesen, ebből y mól CO_2 és

$1/22,41 - y$ mól N_2 .

A két gáz tömege egyenlő:

$$44 y = (1/22,41 - y)28$$

$$y = 0,0174 \text{ mól}$$

$m_{CO_2} = nM = 0,0174 \cdot 44 = 0,764$ g. Ugyanennyi a N_2 tömege is, tehát a levegő $2 \cdot 0,764 = 1,528$ g.

Az 50 g 10 s%-os NaOH-oldatban $50 \cdot 0,1 = 5$ g NaOH van oldva.

1 mól NaOH 40 g

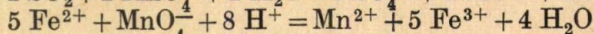
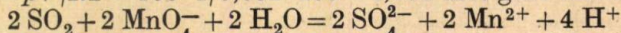
1/8 mól NaOH 5 g.

0,125 mól NaOH-val 0,0174 mól CO_2 áll szemben, tehát a lúg feleslegben van.

A reakcióegyenlet: $CO_2 + 2 OH^- = CO_3^{2-} + H_2O$.

3. $pV = nRT$ összefüggés alapján

$n = pV/RT = 100 \cdot 1/0,082 \cdot 293 = 4,162$ mól gázt tartalmaz az elegy.



Az 5 liter 0,2 mólos oldatban 1 mól $KMnO_4$ van. Az átbuborékoltatás után a $KMnO_4$ -oldatból 10 ml-t 0,5 mólos $FeSO_4$ -oldattal reagáltatunk, ebből 16 ml fogy el a reakció során.

16 ml 0,2 mólos $FeSO_4$ -oldat = 8 mmól $FeSO_4$ -tal.

A 2. egyenletből leolvasható, hogy

5 mmól $FeSO_4$ reagál 1 mmól $KMnO_4$ -tal

8 mmól $FeSO_4$ reagál $8/5 = 1,6$ mmól $KMnO_4$ -tal.

A 10 ml oldatban maradt 1,6 mmól $KMnO_4$, 5000 ml oldatban $\left(\frac{5000}{10} \cdot 1,6\right)$

800 mmól = 0,8 mól $KMnO_4$ van.

Tehát a SO_2 -ra fogyott $1 - 0,8 = 0,2$ mól $KMnO_4$.

Az 1. egyenletből látható, hogy 0,2 mól $KMnO_4$ 0,5 mól SO_2 -dal reagál.

Tehát a kiindulási elegy 0,5 mól SO_2 -ot tartalmaz

100 tf% 4,162 mól

x tf% 0,5 mól

$x = 12$. A gázelegy tehát 12 tf% SO_2 -ot tartalmaz.

Az 1977/2. szám feladatait helyesen oldották meg:

Balassagyarmat, Balassi Bálint Gimnázium: Lantos András, Herceg Edit, Gondos Ágota, Aradi Nóra, Muraközy Nóra
Barbács, Gimnázium: Giczi Zoltán
Budapest, Zrínyi János Vegyipari Szakk.: Tiszavölgyi Imre, Mészáros László, Zölde Katalin, Molnai János
Csoma, Hunyady János Gimnázium: Gaszlonyi Balázs, Szabó Lajos
Békéscsaba, Rózsa Ferenc Gimnázium: Medooarszky László, Szántó Tamás, Szalai Erzsébet, Guba Lajos, Sipos Zsuzsa, Oszlács Edit, Szeberényi Zsolt
Debrecen, KLTE Gyak. Gimnázium: Dzvonyár János, Mechler Ferenc, Büdi Erzsébet
Demecser, Gimnázium (két jó megoldás, név nincs feltüntetve)
Egyed, Gimnázium: Zsirai Antal
Eger, Gimnázium: Vágási Zsolt
Esztergom, Gimnázium: Körmöndi Klára
Győr, Gimnázium: Horváth László
Hajdúszoboszló, Gimnázium: Kovács Lajos
Kaposvár, Gimnázium: Gombos Valéria
Kiskunhalas, Gimnázium: Földi Erzsébet
Keszthely, Vajda János Gimnázium: Szabó Imre, Lázár László, Sárvári Miklós, Józsa László
Kecskemét, Bányai Julis Gimnázium: Boda Éva, Csernus Katalin, Szreli Edit
Komló, Gimnázium: Fekete Tibor
Nagykőrös, Gimnázium: Berecz Gábor
Nyíregyháza, Zrínyi Ilona Gimnázium: Borbély György
Nyírbogdány, Gimnázium: Tóth Katalin
Salgótarján, Bólyai J. Gimnázium: Bokros Ferenc, Sári Zsolt, Karnics Zsolt
Szécsény, Gimnázium: Skoda Tamás
Szolnok, Verseghe Ferenc Gimnázium: Gál Péter, Németh Zoltán
Zalaegerszeg, Gimnázium: Császár Attila
Téglás, Gimnázium: Kiss Katalin
Tiszavasvár, Váci Mihály Gimnázium: Tele Melinda, Legány Mária

Kérjük, hogy a beküldött borítékon a *feladó neve, iskolájának neve és címe* pontosan és olvashatóan szerepeljen. Több helyes megoldó nevét nem tudtuk közölni, a fenti adatok hiánya miatt.

СОДЕРЖАНИЕ

Й. Нулаши: Движение понятия валентности	99
Г. Ч. Надь—А. К. Вада—Й. Мойзеш: Опыты в связи учения понятий строения атома	103
Д-р Л. Балаж—А. Чакань: Карманные счётные машинки в обучении химии ..	108
И. Барч: Новые настенные таблицы по химии для средней школы	126
Химическая головоломка	127

INHALT

János Nyilasi: Die Wandlung des Wertigkeitsbegriffes	99
Gábor Cs. Nagy—Frau Katona geb. Ágnes Vadas—János Mojzes: Erfahrungen im Zusammenhang mit dem Unterricht der Atomstruktur-Begriffe	103
Lóránt Balázs—Antal Csákány: Taschenrechner in dem Chemie-Unterricht	108
I. Bartsch: Neue Lehrtafeln für die Chemie in der Mittelschule	126
Chemierätsel	127

CONTENTS

J. Nyilasi: Changes in the concept of valency	99
G. Cs. Nagy—Á. K. Vadas—J. Mojzes: Experiences in teaching atomic construction	103
Dr. L. Balázs—A. Csákány: Pocket calculators in chemistry teaching	108
I. Bartsch: New Chemical Wall Charts for the Middle Schools	126
Chemical Puzzle	127